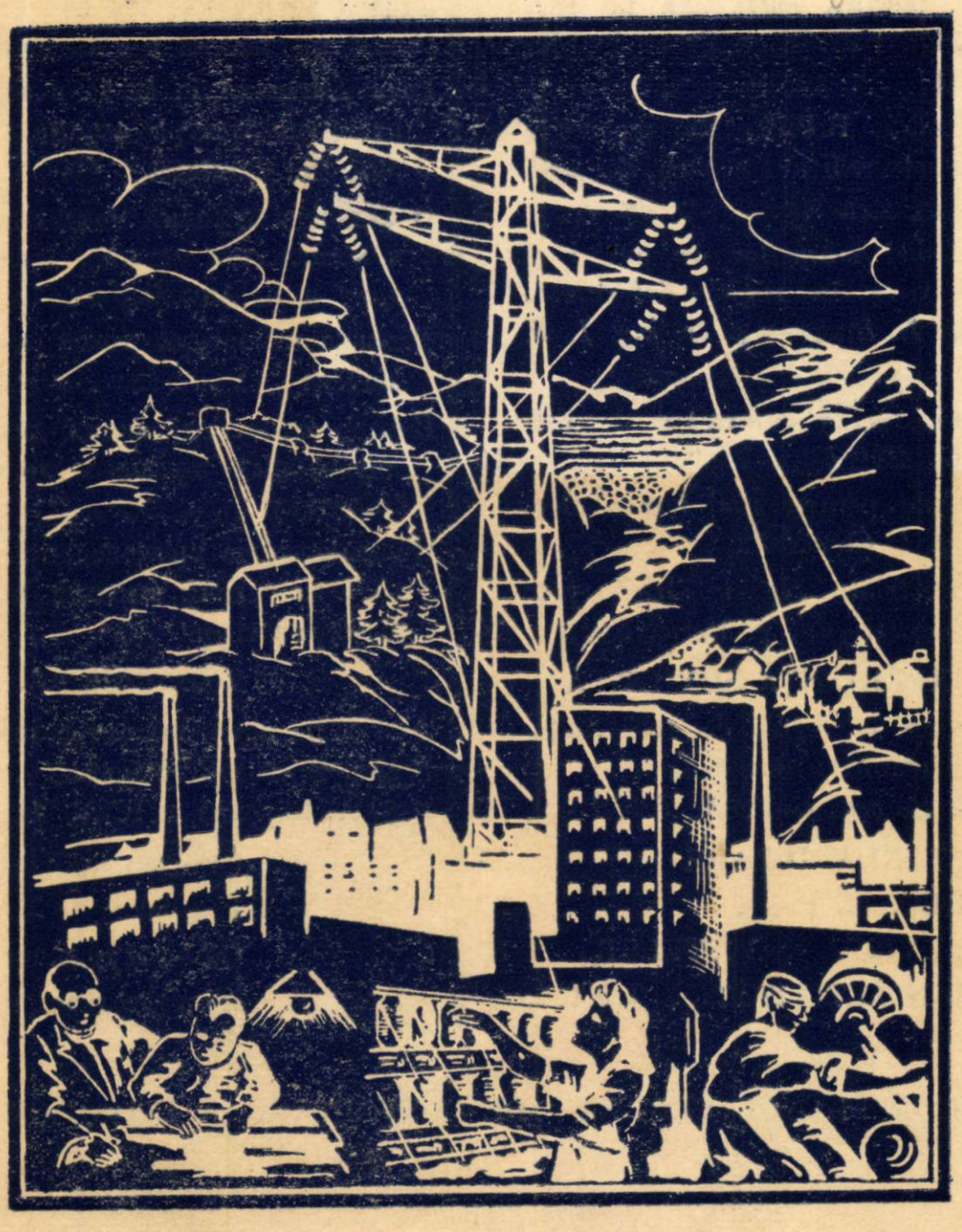
E 1427
GÉPÉSZETI BRIGÁD

ELECTRICITATEA

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE

E 1427
REFERÁLVA



1

EDITURA TEHNICĂ
1951

SUMAR

Probleme de politică energetică pe care le ridică Planul de Electrificare în Planul Cincinal 1

Rolul Academiei R.P.R., în realizarea Planului de electrificare a ţării, *de prof. ing. M. Marinescu* 5

Asupra problemei măsurilor de puteri şi energii electrice în regim deformant, *de prof. ing. L. Budeanu şi dr. ing. I. S. Antoniu* 9

Tehnica măsurătorilor curenţilor de dispersie, *de G. Moisil* 15

Substaţii mobile pentru linii ferate electrice, *de ing. I. Corodeanu* 21

Aplicaţii industriale ale încălzirii prin curenţi de inducţie, *de ing. Marius Steru* . 24

DIN EXPERIENŢA SOVIETICĂ

Despre principalele reguli de construcţie rapidă a centralelor termo-electrice, *de ing. A. A. Borovoi şi V. A. Zaidel* . . 29

STANDARDIZARE 35

RECENZII 37

REVISTA REVISTELOR . . 39

DIN ACTIVITATEA A.S.T. . 40

СОДЕРЖАНИЕ

Задачи энергетической политики в плане электрификации и в пятилетнем плане . 1

Роль Академии Р. Н. Р. в осуществлении плана по электрификации страны, проф. инж. М. Маринеску 5

О задаче измерений мощностей и энергий в искаженном режиме, проф. инж. Будяну и И. Антониу 9

Техника измерений токов заземлений, Г. Моисил 15

Передвижные подстанции для электрифицированных железных дорог, инж. И. Кородяну 21

Промышленное применение индукционного нагрева токами высокой частоты, инж. Мариус Стеру 24

ИЗ СОВЕТСКОЙ ПРАКТИКИ

О главных правилах скоростных конструкций термоэлектрических станций, инж. А. А. Боровой и В. А. Зайдель 29

Стандартизация 35

Рецензии 37

Обзор журналов 39

Из деятельности А. С. Т. . 40

LEGE PENTRU PLANUL CINCINAL DE DESVOLTARE A ECONOMIEI NAŢIONALE

KÖZPONTI TECHNOLÓGIAI KÖNYVTÁR

ANUL II
Nr. 1

ELECTRICITATEA

IANUARIE
1951

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE

Apare lunar sub îngrijirea unui comitet de redacție

Redacția * București Str. Thomas Masaryk Nr. 17 * Telefon 1.26.15

PROBLEME DE POLITICĂ ENERGETICĂ PE CARE LE RIDICĂ PLANUL DE ELECTRIFICARE ÎN PLANUL CINCINAL

Planul de electrificare ridică numeroase și variate probleme de politică energetică de concepție, de proiectare și de aplicație în toate sectoarele legate de electrificare.

Tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej, secretarul general al Comitetului Central al Partidului Muncitoresc Român, spune în raportul său asupra electrificării:

« *Față de situația actuală a alimentării cu energie electrică, a fost elaborat un plan de lucrări de electrificare pentru 10 ani, parte integrantă a primelor două planuri cincinale ale R.P.R.* ».

« *In această etapă, se vor desăvârși studiile pentru elaborarea planului general de electrificare a țării, cuprinzând valorificarea sistematică a apelor precum și a combustibililor inferiori și politica de rațională utilizare a izvoarelor de energie ale țării, îndreptându-ne spre folosirea apelor și a combustibililor inferiori* ».

In fața marilor sarcini ce rezultă din linia de politică energetică expusă de tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej, Ministerul Energiei Electrice a convocat o conferință cu directorii și inginerii șefi ai tuturor întreprinderilor M.E.E. precum și cu cadrele de conducere din minister.

Tov. ing. Gh. Gaston Marin, Ministrul Energiei Electrice, în raportul său prezentat în această conferință a cadrelor, la care au participat și președinții sindicatelor respective, conducătorii școlilor etc., a examinat pe rând și amănunțit toate sarcinile ce revin întreprinderilor Ministerului în cadrul planului de electrificare.

In ce privește problemele care alcătuesc politica noastră energetică, raportul tov. ministru, Gh. Gaston Marin, spune următoarele:

« Electrificarea în R.P.R. se poate baza pe construcția de centrale hidroelectrice și de centrale termoelectrice consumând combustibil inferior, rezervându-se combustibilul superior pentru alte scopuri.

« Centralele termoelectrice existente și care consumă combustibil superior, vor trebui, pe măsură ce se desvoltă producția de energie în noile centrale hidroelectrice și termoelectrice de combustibili inferiori, să fie utilizate numai ca centrale de vârf și de rezervă sau să fie modificate pentru a consuma și ele combustibili inferiori.

« Intru cât la amenajarea centralelor hidroelectrice este absolut necesar să se țină seama de problema amenajării integrale a apelor, ordinea de preferință în construcția centralelor hidroelectrice va fi următoarea: *a)* în primul rând se vor construi centrale mari și mijlocii, care permit acumulări importante de ape; aceste centrale, deși cer investiții mari pe unitatea de putere instalată, datorită lucrărilor mari de baraje, deschid calea celorlalte folosințe din aval (prevenirea inundațiilor, irigații, navigație etc.); *b)* în al doilea rând se vor construi centralele mari și mijlocii fără acumulări proprii importante, dar care se găsesc în aval de centralele cu acumulări mari, deoarece ele sunt ieftine, neavând baraje și totodată beneficiază de rezervoarele mari de acumulare din amonte; *c)* în ultimul rând, se vor construi restul de centrale economic amenajabile în ordinea mărimii lor.

« Fără a se slăbi efortul pentru realizarea marilor centrale, se va pune accentul necesar și pe centralele cu caracter rural, local și regional.

« In ceea ce privește centralele termoelectrice, se vor construi centrale de putere mare, deoarece costul de investiții, de exploatare și randamentul lor este proporțional mai favorabil.

« Se va ține seama bineînțeles de mărimea zăcămintelor care alimentează aceste centrale și care trebue să ajungă pentru cel puțin 25—30 ani, cât este viața normală a unor astfel de centrale.

« La construcția centralelor termoelectrice industriale, se va ține seama de folosirea combinată a combustibililor pentru nevoile de producere de energie electrică și de energie termică precum și de valorificarea deșeurilor importante de căldură industrială.

« Planul de electrificare întocmit pentru prima perioadă de 10 ani, ține cont de această linie de conduită energetică și de nevoile de energie și de putere cunoscute pentru finele anului 1955 și evaluate pentru finele anului 1960 ».

Dar înafară de problema politicii energetice a Ministerului Energiei Electrice în cadrul Planului de electrificare, prezentată de tov. ministru Gh. Gaston Marin, s'au mai ridicat la aceeași conferință câteva probleme din sectorul energetic

1

care privesc sarcinile imediate de care depinde o bună îndeplinire operativă a Planului.

Una din aceste probleme imediate este reducerea la minimum a întreruperilor de curent. In acest scop, s'a trasat întreprinderilor regionale de electricitate linia directoare pentru stabilirea punctelor slabe și a măsurilor ce trebue luate pentru prevenirea și împuținarea întreruperilor.

Aceste măsuri pot fi schematizate astfel: Organizarea unui control preventiv mai eficace și o atentă verificare a instalațiilor, planificarea lucrărilor de întreținere și reparație și executarea lor în cele mai bune condițiuni tehnice, completarea normelor în raport cu experiența căpătată în exploatare, instructajul pentru o bună aplicare efectivă pe teren a normelor.

In ce privește problemele care trebue să preocupe I.R.E. s'a stabilit că ele sunt: Problema privind protecția instalațiilor electrice (completarea nucleelor de protecție, planul de protecție pe baza rezultatelor calculelor curenților de scurt-circuit și a unei evidențe exacte a releelor), stabilirea reglajelor releelor în vederea maximului de selectivitate ce se poate obține cu aparatajul de protecție existent.

O altă problemă este aceea a formării cadrelor. Lipsa de cadre calificate se face simțită prin consecințele în energetică. Inafara pregătirii planificate în școlile medii și profesionale și în învățământ superior, problema formării cadrelor va trebui rezolvată și în Regionale de electricitate unde inginerii și tehnicienii trebue să aibă sarcina de a pregăti cadre locale. Școlile de calificare vor face obiectul unei atenții deosebite.

In sectorul electrotehnic, strâns legat de buna desfășurare a politicii energetice, analiza făcută în conferința din 18—19 Noemvrie a arătat cauzele principale ale deficiențelor calitative în producția electrotehnică și a stabilit că se ridică în fața întreprinderilor următoarele probleme, care presupun implicit și sarcinile respective pentru a fi soluționate just și rapid.

Trebue acordată o atenție deosebită problemei calității, cu răspunderea serviciului tehnic, trebue organizate serviciile de proiectări și de produse noi în întreprinderi, trebue întocmite caiete de sarcini pentru toate produsele. Organizarea serviciului tehnologului-șef și organizarea științifică și de un nivel superior tehnic al producției vor ridica de îndată calitatea produselor.

Organizarea serviciului de control tehnic din întreprinderi și în fine, urmărirea ca produsele să-și îndeplinească la consumator rolul pentru care au fost fabricate, prin conferințe cu consumatorii etc. vor face legătura practică cu terenul. In adevăr în producția socialistă nu este suficient ca produsul să iasă din fabrică, el trebue să intre în ciclul de producție sau de consum în cele mai bune condiții.

In fine, calitatea producției este o problemă care nu aparține numai unui sector din întreprinderi, ci trebue o colaborare și coordonare a tuturor eforturilor colectivului uzinei sau fabricii respective. Problema cea mai însemnată este mobilizarea întregului colectiv al fabricii pentru îmbunătățirea calității produselor.

Produsele electrotehnice trebue să asigure funcționarea perfectă a uzinelor, stațiilor și liniilor de transport, deci ele trebue să fie de cea mai bună calitate. Privită problema în acest mod, singurul unghi de privire just, rezultă că în calitatea produsului electrotehnic rezidă însăși soluția problemei bunei executări a Planului de Electrificare.

O problemă energetică de primă importanță este și crearea de rezerve de putere fără investiții. Aceasta se poate realiza prin politica de raționalizare a consumului de energie electrică (Hotărîrea Consiliului de Miniștri Nr. 1134/950).

Mijloacele prin care poate fi realizată această raționalizare, deși diferite, concură însă la realizarea acestei politici energetice pe plan operativ. Dintre aceste citãm: Imbunătățirea factorului de putere printr'o mai bună utilizare a instalațiilor mărindu-se astfel capacitatea de transport a liniilor; urmărirea continuă a diagramei de sarcină a sistemului energetic al fiecărei întreprinderi regionale pentru a cunoaște cu preciziune regiunea disponibilităților de putere unde se va permite funcționarea noilor puteri care vor fi cerute din rețea; încurajarea lucrului de noapte prin tarife reduse astfel ca această funcționare să reprezinte un câștig pentru întreprinderea consumatoare.

Este nevoie însă și de o intensă și susținută muncă de lămurire dusă cu marii consumatori pentru a-i determina să aplatizeze cât mai mult, în interiorul întreprinderii, curba de consum printr'o mai bună sistematizare a lucrului, arătându-li-se că economia ce rezultă pentru întreprinderi cât și noile rezerve de putere pe care le creează sistemul energetic, devin disponibile pentru alte cereri de energie electrică.

Pe aceeași cale se poate contribui la rezolvarea chestiunii combustibililor superiori din marea problemă energetică: Intreprinderile industriale cu uzine proprii producătoare de energie electrică și care consumă combustibil superior, vor trebui să lucreze cu uzina proprie numai în orele de vârf a rețelei. In restul timpului vor trebui să achiziționeze energie din rețea, în cazul când interconexiunea poate satisface aceste cereri de putere, sau dacă nu, în limita puterii pe care o poate ține la dispoziție rețeaua electrică.

Prin aceasta se va realiza o mai bună utilizare a instalațiilor energetice și o economie de combustibil superior, atât de necesar economiei naționale.

Toate aceste măsuri tehnico-organizatorice care creează rezerve de putere fără investiții vor atrage după sine: Utilizarea mai bună a instalațiilor prin umplerea golurilor de zi și de noapte în curbele de sarcină, reducându-se astfel disproporția dintre vârful de zi și cel de noapte; reducerea consumului specific de combustibil, redu-

cerea consumului propriu de energie electrică, crearea de disponibilități de putere pentru noi întreprinderi.

Dar planul de electrificare cuprinzând și valorificarea apelor, ridică implicit și o serie de probleme legate de politica hidrografică a țării noastre, în trecut și azi.

Tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej, spune în raportul său:

« *In elaborarea proiectului planului de electrificare și folosire a apelor din R.P.R. pe care-l prezint astăzi plenarei, ne-a călăuzit uriașa experiență a Uniunii Sovietice în domeniul electrificării.*

« *Acest plan este rodul muncii entuziaste și stăruitoare desfășurate, sub îndrumarea permanentă a Partidului, de un mare număr de oameni de știință specialiști și tehnicieni.*

« *Proiectul a fost desbătut timp de cinci zile la sesiunea lărgită a Academiei R.P.R. la care au participat numeroși academicieni, profesori universitari, profesori ai Institutelor de cercetări științifice, ingineri și tehnicieni din producție aducând o prețioasă contribuție la îmbogățirea lui. Planul constitue un însemnat document tehnico-economic, baza de pornire pentru realizarea marilor lucrări de electrificare și folosire a apelor țării noastre. El va trebui să fie desvoltat și definitivat prin cercetări, măsurători și calcule ulterioare* ».

Intr'adevăr, în ce privește studiile hidrografice, probabilitatea de a caracteriza just regimul unui râu este cu atât mai mare cu cât observațiile și măsurătorile se vor întinde pe o perioadă de timp mai îndelungată.

In această privință, noi ne găsim în situația de a dispune de date hidrometrice insuficiente pentru râurile ce vor fi amenajate în cadrul planului de electrificare, aceasta din cauza moștenirii regimului burghezo-moșieresc, care n'a făcut observații și măsurători hidraulice sistematice și precise.

Sub îndrumarea Partidului, a fost organizată o rețea de stațiuni limnimetrice și limnigrafice pe toate râurile luate în studiu, astfel că azi funcționează numai în cadrul M.E.E, un număr de peste 120 stațiuni, în care se fac observații de nivele și măsurători de debite.

Efectuarea acestor măsurători cerând, însă, cadre specializate s'au putut face prin faptul că în cadrul M.E.E., au fost pregătiți specialiști; azi numeroase echipe mobile străbat țara și vizitează fiecare stație limnimetrică, făcând determinările de debite și controlând activitatea observatorilor locali.

Desigur că, în cei 4-5 ani de când se fac aceste măsurători, nu s'a putut realiza un studiu hidrografic complet, care cere cel puțin 10-15 ani în specificul oro și hidrografic al țării noastre. Cu toate acestea, datele obținute până acum ne dau elemente prețioase pentru a completa rezultatele obținute pe cale hidrografică indirectă.

Dar calculele bazate pe metode empirice nu sunt valabile în general, așa că proiectarea centralelor hidroelectrice prevăzute în primii cinci ani în Planul de Electrificare trebue să folosească la maximum datele directe obținute prin măsurătorile recente.

Trebue să relevăm greaua moștenire lăsată de regimul burghezo-moșieresc și în acest domeniu. In adevăr studiile dinainte de 1945, erau cu totul deslegate de realitățile din țara noastră, ele erau pur formale și de multe ori erau făcute pentru a justifica sumele din buget, destinate lucrărilor hidrografice. Acele studii foloseau formulele empirice, care nu pot fi aplicate pentru regimul apelor noastre, fiindcă sunt stabilite în baza unor observațiuni făcute în alte țări, cu condițiuni geoclimatice, diferite în multe privințe de cele ale noastre. Ele pot deci duce la rezultate cu totul greșite.

In componența acestor formule, intră o serie de parametri, care depind de factori climatici, geologici, geofizici, orografici, morfologici etc. Aceștia nu se pot însă fixa decât prin observații științifice amănunțite, făcute pe teren.

Metodele de care se servesc cercetătorii și proiectanții noștri sunt variate. Cea mai însemnată grijă este însă de a stabili date juste nu numai din punctul de vedere al calculului matematic, ci și al realităților noastre hidrografice.

Găsirea de soluțiuni cât mai juste în problema hidrografică a debitului catastrofal și a debitului minim preocupă și pe proiectanții noștri tot așa cum a preocupat timp de decenii și mai preocupă încă, pe proiectanții sovietici. In U.R.S.S. se pune actualmente la punct metoda hidrogramelor specifice pentru calcularea debitului catastrofal. Această metodă cercetează întregul complex de fenomene care au contribuit la producerea viiturilor, în trecut, într'un anumit bazin hidrografic. In baza acestui studiu, se construește o undă de viitură specifică.

Făcând combinațiile cele mai desavantajoase între factorii care condiționează viiturile în bazin, se poate construi o undă de ape mari care ar rezulta din acest complex ipotetic de fenomene. Metoda are avantajul de a se sprijini pe studierea directă a condițiunilor materiale și poate fi aplicată chiar acolo unde dispunem de date pentru o perioadă mai scurtă.

In aceeași ordine de idei, trebue studiată și cea a prevestirii apelor mari, fapt de însemnătate deosebită pentru funcționarea lacurilor de acumulare.

In adevăr, aceste lacuri artificiale dela spatele barajelor pe lângă rolul de rezervor îl au și pe cel de a stinge inundațiile, fiindcă o parte din aceste mari lacuri este rezervată reținerii surplusului de apă de viitură. Având prevestite viiturile, se va putea evacua la timp din lacul de acumulare, prin tuburi sau prin instalații de golire, cantitatea de apă necesară pentru a se face loc viiturii noi.

Evoluția undei în timp și în spațiu poate da indicațiile necesare pentru a prevesti viiturile prin metode științifice chiar din timpul ploilor.

Soluţionarea acestor probleme şi a tuturor celorlalte, ridicate de Planul de Electrificare va aduce mari schimbări nu numai în situaţia de fapt, ci şi în concepţiile şi metodele de realizare de până acum în domeniile electricităţii.

Niciodată inginerii şi tehnicienii nu au avut condiţiuni mai favorabile de lucru ca acum. Se întrevede acum limpede posibilităţile foarte mari de desvoltare a muncii creatoare, a capacităţii lor profesionale. Fiecare problemă aduce la viaţă soluţii şi inovaţii, care aplicate, duc la mărirea productivităţii muncii şi la ridicarea nivelului tehnic şi ştiinţific al muncii profesionale şi al producţiei în sine.

Pe drept cuvânt spune tovarăşul Gh. Gheorghiu-Dej, în raportul asupra Planului de Electrificare: «*Electrificarea este cauza oamenilor de ştiinţă, a tehnicienilor şi inginerilor, pentru care se deschid perspective nebănuite de desfăşurare a priceperii şi capacităţii lor tehnice, pusă în slujba poporului muncitor*».

« *Şi în timpul capitalismului, oamenii de ştiinţă cu dragoste de patrie, care visau binele poporului, s'au gândit la problema electrificării, au elaborat chiar unele planuri modeste dar îndrăzneţe pentru folosirea apelor. Ei au fost însă curând decepţionaţi de regimul burghezo-moşieresc, duşman al progresului şi plin de dispreţ faţă de capacităţile creatoare ale oamenilor noştri de ştiinţă* »

« *Cu totul alte putinţe de activitate creatoare au azi oamenii de ştiinţă, specialiştii şi tehnicienii, când puterea politică se află în mâinile clasei muncitoare, constructoare a socialismului. Munca sârguincioasă şi plină de entuziasm a specialiştilor care au contribuit la elaborarea acestui plan ca şi discuţiile largi şi pline de conţinut ce au avut loc în sesiunea lărgită extraordinară a Academiei R.P.R. constitue dovada vie a marelui interes şi avânt pe care l-a stârnit în mijlocul savanţilor, inginerilor şi tehnicienilor noştri, ideea electrificării ţării şi a folosirii apelor* ».

La sesiunea Academiei, academicianul Traian Săvulescu pe drept spunea « că de abia acum, în condiţiunile regimului de democraţie populară, ştiinţa priveşte cu încredere în viitor, iar oamenii de ştiinţă văd posibilităţile ce li se oferă pentru descoperirea şi punerea în valoare a bogăţiilor naturale ale ţării, pentru îmbunătăţirea continuă a sănătăţii şi ridicării nivelului cultural al poporului, pentru înflorirea patriei, pentru întărirea luptei pentru pace şi libertate ».

« In adevăr, ce orizont larg, ce câmp vast de cercetări deschide în faţa oamenilor de ştiinţă şi a tehnicienilor electrificarea şi folosirea apelor patriei noastre »!

In perspectiva creată de aceste condţiuni, problemele ridicate de politica energetică a noastră, concretizate în Planul de Electrificare şi folosire a apelor devin astfel pentru tehnicieni sarcini care stimulează avântul creator şi contribue la construirea socialismului, la întărirea Patriei noastre şi la rolul ei activ în frontul Păcii, în frunte cu Uniunea Sovietică şi Marele Stalin.

Realizarea electrificării înseamnă desvoltarea acelor ramuri ale economiei naţionale, care ridică într'un timp relativ scurt puterea economică a Patriei noastre şi capacitatea ei de apărare, lucru de mare însemnătate în lupta pentru Pace, pentru zădărnicirea planurilor criminale ale imperialismului american şi englez.

GH. GHEORGHIU-DEJ

ROLUL ACADEMIEI R.P.R. ÎN REALIZAREA PLANULUI DE ELECTRIFICARE A ȚĂRII

de prof. ing. M. MARINESCU
M. c. al Academiei R.P.R

Dintre formele de energie pe care le folosește omul, electricitatea este aceea care se transformă mai ușor în orice altă formă de energie: mecanică, calorică, chimică etc., precum și aceea care se transportă mai ușor, dintr'un loc în altul.

Având deci energie electrică la dispoziție, înseamnă că putem avea totdeodată și orice altă formă de energie de care avem nevoie și aceasta în condițiile economice cele mai avantajoase.

In fața noastră stă deci marea sarcină «de a pune stăpânire pe milioanele de cai putere care se irosesc astăzi în apele noastre, pe milioanele de cai putere care zac în subsolul țării noastre » *) pentru ca, prin ajutorul *electricității*, să-i folosim pentru ridicarea industriei, agriculturii și transporturilor, pentru propășirea și înflorirea patriei noastre.

De aceea, realizarea planului de electrificare al țării, care va permite folosirea acestor imense bogății potențiale ale țării noastre, punând la dispoziția industriei și a agriculturii, în mod masiv, un izvor de energie *ieftină, în orice punct al țării unde va fi nevoie*, constitue o lucrare de însemnătate istorică, care va schimba radical aspectul țării, realizând trecerea dela o țară cu o industrie primitivă, la o țară cu o industrie avansată, condiție de bază pentru construirea socialismului.

Este locul să ne întrebăm aci, de ce o asemenea lucrare nu a fost posibilă în trecut?

Răspunsul este simplu căci, după cum pe plan intern, masele largi, muncitorești, ale poporului erau ținute în ignoranță, tot astfel pe plan extern, capitalismul internațional cerea ca industria țării să rămână la un nivel de inferioritate față de aceea a statelor din apus, pentru ca acestea să poată aplica și la noi, sub o formă mai mult sau mai puțin deghizată, sistemul de exploatare colonială.

Intr'o asemenea conjunctură, este evident că nu putea fi vorba de realizarea vreunui plan general de electrificare, care ar fi însemnat pentru noi, câștigarea independenței economice.

Afară de aceasta, realizarea unui plan de electrificare, de proporțiile actualului plan, inițiat de Partidul Muncitoresc Român, nu poate fi împlinită decât sub regimul în care puterea este în mâinile clasei muncitoare, animată de un singur țel, acela al propășirii țării și al ridicării nivelului de trai al tuturor oamenilor muncii.

Dar, realizarea acestui plan pune sarcini mari în seama tuturor instituțiilor, institutelor și întreprinderilor din țară, precum și concentrarea tuturor eforturilor individuale în această direcție.

In special, Academiei R.P.R., care are rolul de a coordona și îndruma activitatea științifică a țării, îi revine sarcina mare în rezolvarea problemelor științifice puse în legătură cu electrificarea întregii țări.

Prin contribuția pe care acest înalt for științific al țării o va aduce la înfăptuirea « Planului » se va cimenta și la noi în țară, unirea dintre știință și tehnică, care pentru prima oară în U.R.S.S. s'a dovedit a fi unul din izvoarele principale ale propășirii unui popor.

Prima contribuție pe care Academia R.P.R. a adus-o, în acest sens, planului de electrificare, s'a manifestat cu ocazia Sesiunii extraordinare lărgite din 29 Octombrie — 2 Noembrie 1950, când s'a discutat pe baze largi, la un nivel științific ridicat, condițiile optime pentru înfăptuirea planului și pentru folosirea, în cel mai înalt grad a consecințelor lui.

S'au stabilit, cu acea ocazie, *principiile generale* și linia de conduită care vor trebui să călăuzească înfăptuirea planului în principalele sale etape de desvoltare.

Astfel, la problema *folosirii apelor*, în legătură cu electrificarea, s'a stabilit necesitatea includerii în plan *a amenajării integrale a apelor*, în vederea celei mai bune utilizări, în vederea distribuirii apelor după nevoi și a armonizării diferitelor folosințe.

Se va avea în vedere deasemenea desvoltarea de căi navigabile interioare, pentru transporturile ieftine ale materiilor prime necesare industriilor noi ce se vor crea.

In legătură cu problemele de *hidroenergetică*, puse de plan, a reieșit că programul de uzine hidroenergetice prevăzut, poate fi realizat fără

*) Gh. Gheorghiu-Dej, Raportul asupra planului de electrificare al țării.

inconveniente, pentru etapele următoare de realizări, deoarece planurile de *amenajare integrală* se pot întocmi astfel încât să fie raţionale, ţinând seama şi de acest prim lot de uzine şi retenţiuni.

S'a recomandat ca împreună cu studierea amenajărilor integrale a râurilor şi a construirii uzinelor incluse în primul Plan Cincinal, să se studieze şi planul general de electrificare de lungă perspectivă, pe cel puţin 20 de ani.

La problemele de « Termo-energetică » în vederea economiei de combustibil, se va adopta ca linie de conduită, valorificarea deşeurilor importante de căldură industrială, precum şi utilizarea prafului de cărbune din Valea Jiului.

La problemele de « Electro-energetică », având-se în vedere acelaş principiu al economiei socialiste, constând în cruţarea rezervelor de combustibil de calitate superioară, s'a subliniat necesitatea ca o parte din Centralele existente să funcţioneze, în viitor, ca centrale de vârf şi rezerve.

De asemenea, noile centrale vor fi supradimensionate pentru a funcţiona economic şi ca centrale de vârf şi pentru a se ţine seama şi de celelalte folosiri ale apelor: navigaţie, irigaţie etc.

Tot în legătură cu problema electro-energetică, şi anume în legătură cu alegerea tensiunilor, s'a adoptat şi tensiunea de 60 kV în scara tensiunilor normalizate, — alegere care se va face pe baza calculului tehnico-economic — iar tensiunea de 15 kV ca tensiune normală pentru distribuirea rurală.

In fine, s'au adus completări la liniile de interconexiune, legând diferitele *sisteme energetice* în care se va împărţi teritoriul ţării.

La problemele de « agricultură şi electrificare rurală » legate de electrificarea generală a ţării, s'a constatat că Planul asigură bazele energetice ale desvoltării agriculturii şi în consecinţă se vor lua toate măsurile în vederea sporirii recoltelor în regiunea de stepă şi silvo-stepă, se vor intensifica lucrările de irigaţie, se vor sistematiza şi generaliza măsurătorile de debite, se vor studia folosirea apelor din adâncimi, se va valorifica piscicultura în bazinele de acumulare; în Delta Dunării se vor mări suprafeţele agricole prin lucrări de colmatare planificată.

Amenajarea bazinelor hidrografice se va face respectând întregul complex de conservare a solului.

Suprafeţelor redate agriculturii, prin irigaţii, li se vor aplica îngrăşămintele chimice, pe scară largă, ceea ce va necesita crearea unei puternice industrii chimice.

Avem aci un exemplu al procesului general, după care energia electrică ieftină creează, în mod indirect, industrii noi.

In fine, în legătură cu problemele de utilaj electro-energetic şi material electro-tehnic, a cărui producţie va trebui considerabil sporită, se va avea în vedere că acest utilaj şi material să provină, în mare parte, din fabricaţia indigenă. Se vor pune deci bazele unei puternice industrii electro-tehnice, prin înzestrarea fabricilor existente cu noi maşini-unelte şi de precizie şi prin crearea de noi fabrici, în diferite regiuni ale ţării.

Aceste fabrici vor asigura şi construirea agregatelor energetice pentru marile uzine şi centrale, ce se vor construi.

Mai departe, având-se în vedere că ridicarea nivelului calitativ al produselor industriale este acela care constitue caracteristica unei industrii avansate, s'a stabilit că un asemenea nivel ridicat al calităţii produselor nu se poate obţine decât prin sporirea « gradului de precizie » al operaţiunilor mecanice, chimice, termice etc., care intră în procesul de fabricaţie — şi că un înalt grad de precizie al acestor operaţiuni, nu se poate obţine decât prin « automatizări » electrice.

De aceea, s'a recomandat întocmirea unui plan de ansamblu pentru introducerea pe scară largă a « automatizărilor » electrice, în procesele de fabricaţie, control şi reglaj, în industrie.

Am redat aci, pe scurt, câteva din rezultatele primului contact pe care Academia R.P.R. l-a avut cu problemele mari ridicate de Planul de Electrificare a ţării şi care oglindeşte într'o primă etapă, contribuţia ştiinţifică a Academiei R.P.R. la stabilirea principiilor generale şi a liniei de conduită care ne vor călăuzi la înfăptuirea Planului.

Urmează într'o a doua etapă, contribuţia la rezolvarea fiecăreia din *problemele ştiinţifice* ridicate de Plan.

Pentru a ne face o idee mai precisă asupra naturii acestor probleme, să trecem în revistă principalele *obiective* ale Planului.

In *primul rând* vine construcţia *marei centrale* hidraulice V. I. Lenin, de pe Bistriţa, care constitue lucrarea principală a primei etape de realizări a Planului.

Ea singură are o putere de 210 000 kW, adică o treime din întreaga putere instalată astăzi în ţară.

Barajele şi *lacurile* ce vor fi amenajate pentru acumularea apei în acest scop, vor permite *irigarea* a 300 000 ha din Moldova şi N. Bărăganului, vor face posibilă *navigaţia* pe Siret între Galaţi şi Bacău şi vor *înlătura inundaţiile* obişnuite prin revărsarea apelor Bistriţei, câştigându-se, în felul acesta, o suprafaţă mare de *teren pentru cultură.*

In al doilea rând vin *centralele termo-electrice* dela Filipeştii-de-Pădure, dela Doiceşti, dela Petroşani, instalate la gura minelor de lignit. Acestea vor *produce energie electrică* pentru alimentarea Capitalei, pentru alimentarea instalaţiilor de extracţie şi producere a petrolului din regiunile Prahova şi Argeş, precum şi căii *ferate:* Câmpina-Oraşul Stalin, care va fi *electrificată* în decursul primului Plan Cincinal.

De asemenea, vor alimenta combinatele siderurgice Reşiţa şi Hunedoara, uzinele Oţelul Roşu

precum și regiunea Banatului și nord-vestul Transilvaniei.

In legătură cu *electrificarea rurală*, planul prevede o mare extensiune. Intr'adevăr, astăzi numai 6% din populația sătească se bucură de binefacerile energiei electrice.

Din cele 13.000 de sate, numai 450 sunt până acum electrificate. Datorită Planului, numai în prima etapă vor fi electrificate peste 2.000 sate; 50% din energia necesară va fi furnizată prin racordarea la rețelele de înaltă tensiune, restul de 50% va fi furnizată de « micro-centrale » folosind sursele locale de energie, dându-se preferință căderilor de apă.

Din aceste *obiective* ale Planului, rezultă și natura *problemelor științifice* pe care *realizarea lui* le pune, pentru a fi cercetate, studiate și rezolvate în Institutele Academiei R.P.R.

Vom avea astfel, în linii generale, probleme care privesc *industria* și probleme care privesc *agricultura*.

Din prima categorie vom distinge probleme în legătură cu producerea, cu transportul, cu distribuția și utilizarea energiei electrice.

La *producerea* energiei electrice, în centrale, vor trebui să fie studiate tipurile cele mai perfecte de « agregate energetice » și metodele cele mai bune pentru construcția lor în țară, utilizând materii prime indigene — vor trebui să fie studiate metodele cele mai moderne pentru exploatarea acestor centrale, pe baza unei aplicații pe scară largă a « automatizării », punându-se la punct dispozitive cu « servo-mecanisme » care să realizeze aceste automatizări.

La *transportul* și *distribuția* energiei electrice se pun probleme de rețele de cea mai mare importanță tehnică și științifică, precum: studiul *stabilității* sistemelor interconectate, de a cărei rezolvare depinde posibilitatea de funcționare, în bune condiții a așa numitelor « sisteme energetice » în care s'a împărțit teritoriul țării, din punct de vedere al electrificării.

De asemenea, trebue studiată asigurarea protecției contra supratensiunilor de origine atmosferică, în rețelele de înaltă tensiune.

In fine și ca o consecință a intorducerii tehnicii celei mai avansate în exploatarea acestor « rețele » și a centralelor pe care ele le leagă se vor studia, experimenta, proiecta și realiza instalațiile de înaltă frecvență pentru telecomenzi, telemăsuri, protecție și telecomunicații, pe aceste rețele.

In privința *utilizării* energiei electrice, va trebui să punem la punct mijloacele cele mai perfecte de utilizare a acestei energii în industrie, în care scop vor trebui create noi tipuri de mașini electrice și noi tipuri de mașini-unelte, perfecționate.

Vor trebui studiate și introduse noile metode de tratamente termice, bazate pe încălzirea prin curenți de înaltă frecvență, care prezintă mari avantagii față de încălzirea prin flacăre.

De asemenea, dat fiind că un nivel ridicat al *calității produselor* nu poate fi obținut decât prin atingerea unui înalt grad de precizie în diferitele procese de fabricație și cum această precizie nu poate fi obținută decât prin introducerea pe scară largă a servo-mecanismelor în procesele de fabricație, control și reglaj, se impune studierea aprofundată a acestor « mecanisme », calcul, proiectarea și realizarea lor la scară semi-industrială. Astfel, vor trebui puse la punct servo-mecanisme pentru reglajul automat al *temperaturii* în cuptoarele industriale, pentru reglajul automat al *tensiunilor* generatorilor de curent, al *intensităților* de curent în procesele electro-chimice etc.

In legătură cu electrificarea rurală se deschide perspectiva culturalizării maselor muncitoare dela țară prin introducerea pe scară largă a « radioului » ceea ce pune problema studierii și realizării unui « radio-receptor » de tip popular care să completeze pe acela deja realizat, prevăzut a funcționa fără lămpi și a cărui construcție este deja planificată.

O atenție deosebită trebue dată electrificării căilor ferate, care pune spre rezolvare *probleme științifice*, precum: felul curentului și tensiunea cea mai avantajoasă, tipul de motoare de tracțiune etc. De asemenea, studierea *măsurilor de protecție* cele mai eficace a liniilor de telecomunicații situate dealungul căii electrificate — contra efectelor perturbătoare datorite liniei de tracțiune electrică (inducții, electroliză etc.).

Dar în industrie, electricitatea pătrunde nu numai în aparatura energetică propriuzisă, ci și în o mulțime de procese tehnice.

Noile metode tehnice de prelucrare a metalelor, realizează cu ajutorul electricității, topirea metalelor, tăierea și sudarea lor, perforarea, oțelirea, frezarea și șlefuirea pieselor etc.

Pe exploatarea energiei electrice se bazează și obținerea oțelurilor de calitate superioară.

In domeniul chimiei, de asemenea, electricitatea, ca proces tehnologic pătrunde tot mai mult.

Iată deci și aci, o serie întreagă de noi probleme, care se pun Institutelor Academiei, în legătură cu utilizarea masivă a electricității în diferitele procese tehnologice din industrie.

Trecând la sectorul agricol, din obiectivele « planului » rezultă, pentru Academia R.P.R., că va trebui să studieze printre altele și problemele științifice ce se pun în legătură cu irigațiile, cu recuperarea terenurilor inundabile, cu asanările, cu piscicultura, cu amenajarea căilor interioare de navigație, cu reîmpădurirea, cu potolirea curenților, cu crearea perdelelor de protecție, cu prevenirea și combaterea eroziunilor, pentru a nu menționa decât pe cele mai importante.

Caracterul esențial și care trebue subliniat aci, al problemelor amintite, în legătură cu Planul de Electrificare și a căror rezolvare cade în sarcina Academiei, este acela de a constitui obiect de *cercetare științifică*. Aceasta înseamnă că, prin natura lor, aceste probleme au un caracter mai general decât acela care privește un anumit

sector restrâns de fabricaţie industrială. De asemenea, ele sunt probleme încă *nerezolvate* sau *parţial rezolvate* în condiţiile dela noi.

Prin *rezolvarea* lor nu trebue să se înţeleagă reproducerea mai mult sau mai puţin exactă a unor dispozitive sau aparaturi existente şi nici copierea vreunui proces tehnologic oarecare.

Nu la aceasta se poate mărgini contribuţia Academiei R.P.R. la Planul de Electrificare a ţării.

Rezolvarea acestor probleme, constituind după cum s'a spus, obiect de cercetare ştiinţifică, trebue să ţină seama de datele cele mai recente pe care tehnica modernă sovietică în specialitatea respectivă ni le pune la dispoziţie — ea trebue să ţină seama de posibilităţile de fabricaţie în ţară, folosind în primul rând materii prime indigene, trebue să aibă în vedere soluţiile cele mai perfecte, satisfăcând exigenţele tehnicii celei mai avansate — iar acolo unde soluţiile existente nu corespund, trebue căutate şi găsite soluţiile noi, făcându-se operă de creaţie ştiinţifică.

Altfel, rolul Academiei s'ar suprapune peste acela al institutelor de studii şi proiectări industriale, peste acela al laboratoarelor de cercetări de pe lângă fiecare industrie în parte, iar institutele de cercetări ştiinţifice ale Academiei din sectorul ştiinţelor tehnice, ar deveni simple birouri de studii.

Se poate constata şi din simpla prezentare, făcută aci, a problemelor de care va avea să se ocupe Academia în legătură cu Planul de Electrificare, că rezolvarea acestor probleme, presupune cunoaşterea aprofundată a teoriilor care stau la baza explicării ştiinţifice precise, dusă până la detalii, a mecanismului sau a procesului fenomenului studiat şi de care depinde rezolvarea integrală a problemei respective.

Spre exemplu, problemele de automatizări conduc la studiul servo-mecanismelor pentru a căror cercetare se face apel la teoriile moderne ale analizei matematice, ale algebrei abstracte etc. Odată depăşit pragul documentării, al teoriei şi al calculului, se trece la experimentarea în laborator şi de aci la proiectarea şi realizarea prototipurilor semi-industriale a dispozitivelor de automatizare.

Aceleaşi observaţii se aplică şi celorlalte probleme.

Tot astfel şi la problema creării de noi tipuri de maşini-unelte automate şi de noi motoare electrice, problemă la care s'a ajuns la rezultate concrete, s'au dus în prealabil cercetări teoretice aprofundate, bazate pe rezolvarea ecuaţiilor diferenţiale cu parametri variabili, precum şi studii de laborator pentru verificarea experimentală a rezultatelor teoretice.

Din această schiţare sumară a problemelor şi a metodei de cercetare ştiinţifică, care trebue aplicată în Institutele Academiei, reiese că sarcina care le revine nu este uşoară.

La noi electrificarea se naşte, printr'un proces revoluţionar, impus de construirea socialismului, de necesitatea ridicării nivelului economic al ţării. Singurul nostru sprijin, în această lucrare de mari proporţii este exemplul şi ajutorul efectiv al U.R.S.S. Institutele Academiei Uniunii Sovietice lucrează, la rezolvarea diferitelor probleme de cercetare ştiinţifică un mare număr de specialişti, oameni de ştiinţă, ingineri, tehnicieni deprinşi cu metodele cercetării ştiinţifice, după a căror experienţă înaintată ne conducem în opera de electrificarea ţării.

Ca o urmare a politicii dusă de fostul regim, în sectorul Invăţământului tehnic superior, noi nu avem cadre suficiente şi suficient de bine pregătite pentru a face faţă tuturor acestor probleme.

Nu avem o tradiţie ştiinţifică în domeniul electrotehnicii după cum avem una în matematică sau medicină, de aceea ne găsim în situaţia dificilă în care concomitent cu rezolvarea problemelor formăm şi cadrele necesare, căci nu putem aştepta formarea acestor cadre şi rezolvarea ulterioară a problemelor.

Măsurile bune care s'au luat şi care se vor mai lua în această direcţie, îşi vor exercita efectul, treptat.

Ori cum ar fi, problema formării *cadrelor de cercetători* în domeniul *ştiinţelor tehnice*, pentru viitorul apropiat, trebue să formeze o preocupare, pe primul plan al Institutelor de învăţământ tehnic superior, *programându-se* în aceste institute, în special la Facultăţile electrotehnice, în ultimii ani de studii, *cercetările ştiinţifice*, astfel, încât studenţii, încă din şcoală să fie antrenaţi în muncă ştiinţifică, să capete deprinderea acestor cercetări, care fac apel la munca individuală, spre deosebire de munca pur didactică, care nu poate pregăti decât cadre de ingineri practicanţi şi proiectanţi.

Va trebui să se acorde, unui număr sporit de studenţi din ultimii ani de studii, bursele Academiei R.P.R., care deschid acestor studenţi porţile Institutelor de cercetări ale Academiei. Va trebui să se încurajeze angajarea studenţilor meritoşi, cu aptitudini pentru cercetarea ştiinţifică, pe calea « aspiranturei ». Numai astfel vom reuşi să înlăturăm actuala criză de cadre ştiinţifice, necesare Institutelor Academiei.

In legătură cu *faza experimentală*, prin care trebue să treacă, astfel după cum s'a spus, în mod obligator, studiile de cercetare ştiinţifică a diferitelor probleme atacate, trebue să spunem că ne găsim în faţa unei a doua dificultăţi, pe lângă aceea a lipsei de cadre.

Institutele Academiei nu au încă, în majoritatea lor, laboratoare proprii, iar cercetătorii se servesc în mod provizoriu de laboratoarele altor instituţii, care nu corespund condiţiilor în care trebue duse cercetările ştiinţifice.

O grijă deosebită va trebui deci să se acorde creării de laboratoare de cercetări în domeniul electrotehnicei, în aceste institute.

Cu toate aceste lipsuri şi în condiţiile grele ale începutului, s'a putut totuşi ajunge la rezultate pozitive. Menţionăm astfel: crearea de noi tipuri de maşini electrice şi de noi tipuri de

maşini-unelte, perfecţionate, motoare cu inductanţă variabilă, ciocane electrice de forje şi nituit etc., găsirea de noi materii electro-izolante: lemnul bachelizat; găsirea unei sticle speciale pentru fabricarea ochelarilor pentru sudori, asigurând protejarea muncii, în condiţiile grele ale utilizării arcului electric în industrie precum şi pe aceea a măsurii temperaturilor înalte a cuptoarelor; realizarea becurilor pentru lumina albă din atelierele pentru prelucrarea textilelor — pentru a nu menţiona decât acele realizări în legătură directă cu *utilizarea* electricităţii.

Este evident că, având în vedere rezultatele obţinute până acum şi pe măsura împlinirii lipsurilor menţionate şi care privesc în special ştiinţele tehnice, *contribuţia* Academiei R.P.R. la realizarea Planului de Electrificare, la stimularea şi ridicarea nivelului cercetărilor ştiinţifice în ţară, la crearea unei tradiţii ştiinţifice şi în domeniul ştiinţelor tehnice şi al electrotehnicii în special, se va face tot mai mult simţită, astfel încât rolul pe care îl va avea la construirea socialismului, la ridicarea nivelului de trai şi cultural al poporului nostru, va fi acela prevăzut la înfiinţarea ei.

РОЛЬ АКАДЕМИИ Р.Н.Р. В ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПЛАНА ПО ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СТРАНЫ.

Резюме

Академии Р.Н.Р. принадлежит роль согласования и направления научной деятельности в Р.Н.Р.; задачи научной группировки в связи с планом, займут главное место в ее програме деятельности.

В чрезвычайной сессии от 29 Сентября — 2 Октября 1950 были установленны научные принципы развития плана. Были выработаны условия для рационального благоустройства вод, в связи с задачами гидро-тепло-электроэнергетики, а также и с задачами агротехники, поставленными планом.

В ближайшем будущем Академия Р. Н. Р. должна изучить и разрешить научные задачи выдвинутые осуществлением плана.

Автор указывает на некоторые из этих задач, останавливаяь на них как на предмете научногои изучения и указывает методику работ для их разрешения.

Указывается что нужно приложить усилия для образования научных кадров в области электротехники а также и для создания научно исследовательных лабораторий.

Перечисляются некоторые из положительных результатов при решении прорабатываемых задач.

ASUPRA PROBLEMEI MĂSURILOR DE PUTERI ŞI ENERGII ELECTRICE ÎN REGIM DEFORMANT

de prof. ing. C. BUDEANU şi dr. ing. I. S. ANTONIU

Una din problemele pe care le pune în tehnică situaţia unui regim deformant este influenţa unui astfel de regim asupra condiţiilor de măsură a puterilor şi energiilor electrice.

Vom vedea chiar că, în anume împrejurări, această problemă constitue chiar unul din principalele prejudicii ale unui regim deformant.

In prezentul studiu ne propunem a expune anumite consideraţiuni cu privire la problema măsurilor într'un regim deformant atât a puterilor şi energiilor reale, cât şi a puterilor reactive şi puterilor deformante.

1. *Asupra măsurării puterilor şi energiilor reale*

Se ştie că cuplul activ al aparatelor de măsură electrodinamice este proporţional cu produsul $UI\cos\varphi$ şi independent de mărimea pulsaţiei. In cazul regimului deformant, produsul tensiunilor şi curenţilor de pulsaţii diferite are valoarea medie nulă. Rezultă deci că în regim deformant, cuplul activ al aparatelor de măsură electrodinamice este de forma

$$k \sum U_n I_n \cos\varphi_n .$$

Această concluzie se aplică wattmetrelor electrodinamice. Ea se aplică de asemenea contoarelor motoare (de tipul Thomson) sau pendulare (de tipul Aron).

Dispunem deci de posibilitatea de a măsura exact în regimul deformant, atât puterea activă cât şi energia activă.

Pentru măsurarea energiei active se utilizează însă în mod obişnuit contoare de inducţie.

După cum se ştie, funcţionarea acestor aparate se bazează pe acţiunea mutuală între curenţii Foucault din disc, produşi de una din bobine (serie sau derivaţie) şi câmpul rezultant datorit celeilalte bobine.

Pentru o armonică de ordinul n mărimile intrând în constituirea cuplului motor sunt următoarele:

$$\left.\begin{aligned} S_n &= k_1 I; & s_n &= k_2 n I_n; \\ D_n &= k_3 \frac{1}{n} U_n; & d_n &= k_4 U_n, \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

în care am notat prin mărimile eficace ale armonicei de ordinul n:

U_n și I_n armonicele de ordinul n de tensiune și de curent;

S_n câmpul magnetic rezultant corespunzând bobinei serie;

s_n intensitatea curenților Foucault din disc datoriți bobinei serie;

D_n câmpul magnetic rezultant corespunzând bobinei derivație;

d_n intensitatea curenților Foucault din disc datoriți bobinei derivație.

Cuplul activ este proporțional cu suma:

$$D_n s_n \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) + S_n d_n \cos\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right)$$

ceeace ne conduce la relația:

$$M_n = k_n U_n I_n \sin \alpha = k_n U_n I_n \sin (\psi_n - \varphi_n) \quad (2)$$

unde

k_n este constanta globală datorită armonicei de ordinul n;

α_n este unghiul între vectorii $(\overset{\frown}{D_n S_n})$ și $(\overset{\frown}{d_n s_n})$;

ψ_n este unghiul între tensiunea U_n și câmpul de inducție primar al bobinei derivație;

Dacă din punct de vedere constructiv ne aranjăm în așa fel încât să avem $\psi_n = \frac{\pi}{2}$, atunci relația (2) devine:

$$M_n = k_n U_n I_n \cos \varphi_n \quad (2')$$

și pentru totalitatea tensiunii U și a curentului I,

$$M = \Sigma M_n = k \Sigma U_n I_n \cos \psi_n . \quad (3)$$

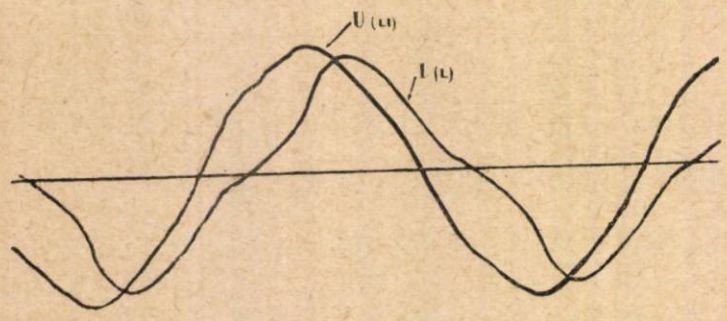


Fig. 1.

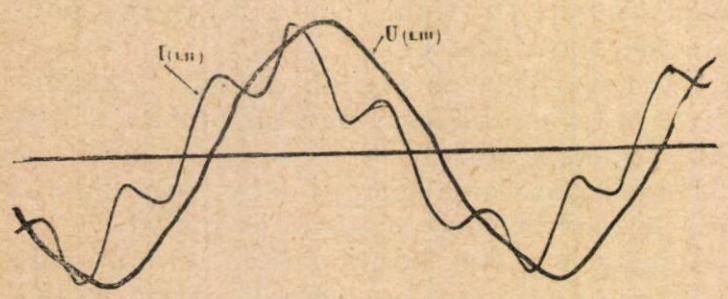


Fig. 2.

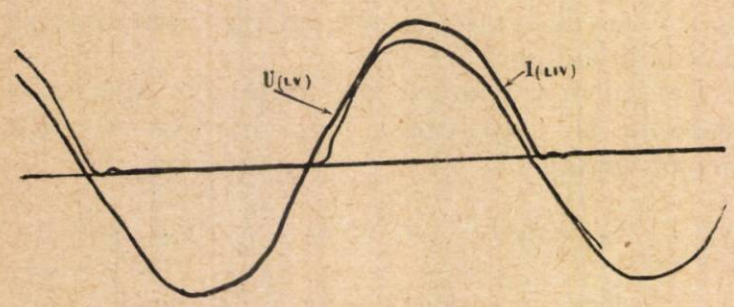


Fig. 3.

Coeficienții n din relațiile (1) dispar și cuplul activ este efectiv proporțional cu puterea activă, ceeace ne conduce la măsurarea energiei active totale. Această concluzie se bazează de asemenea pe considerația că produsele vectorilor $\overline{S}_n \cdot \overline{d}_m$ precum și al vectorilor $\overline{D}_m \cdot \overline{s}_n$, corespunzând la armonice de ordine diferite dau întotdeauna valori medii nule.

In consecință chiar contoarele de inducție măsoară efectiv energia activă.

Insă toate aceste concluziuni nu au decât o valoare teoretică. Ele sunt mai puțin riguroase în practică. Erorile de funcționare și aproximațiile admise sunt influențate de pulsație și în consecință indicațiile acestor aparate sunt influențate de regimul deformant.

Aceste efecte sunt mai puțin importante pentru aparatele electrodinamice, precum și pentru contoarele motoare. Situația nu este însă aceiași pentru aparatele de inducție și în special pentru contoarele de inducție: Factorul constructiv k este practic influențat de pulsație; dar mai ales, condiția constructivă $\psi_n = \pi/2$ nu poate fi riguros realizată pentru toate pulsațiile și în consecință pentru toate armonicele în același timp.

Rezultă deci că erorile de măsură ale unui contor de inducție sunt mai mari în regimul deformant.

Aceste constatări au fost puse în evidență într'o oarecare măsură, în mod experimental [1]).

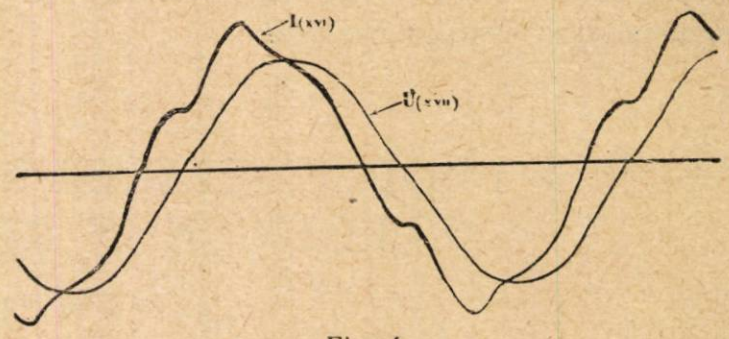


Fig. 4.

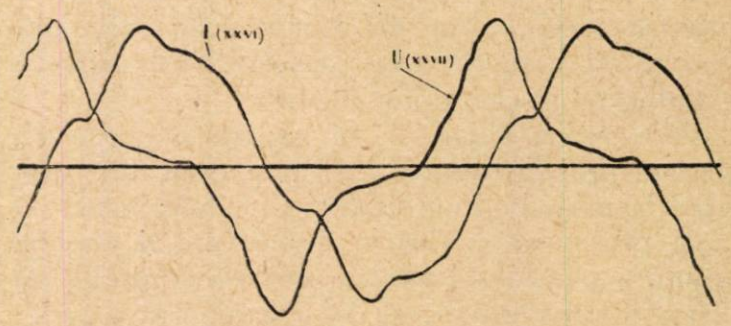


Fig. 5.

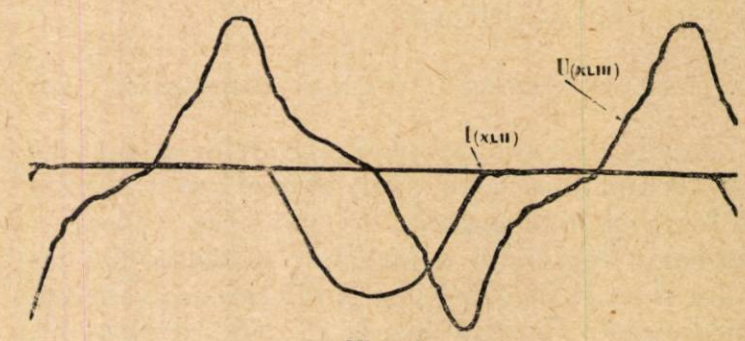


Fig. 6.

[1]) A se vedea în această chestiune:
I. S. Antoniu, Studiul funcționării aparatelor de măsură într'un regim deformant. Teză. București, 1948.

TABELA 1

ARMONICELE OSCILOGRAMELOR DE CURENT

Cazul	ARMONICE ȘI UNGHIURI DE DECALAJ																		Valoarea eficace A	Residuul deformant A	Coeficient de distorsiune %
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
1	—	7,07 220°38′	—	1,31 110°54′	—	0,28 293°55′	—	0,15 166°15′	—	0,31 315°	—	0,03 163°32′	—	0,07 303°55′	—	0,03 146°47′	—	0,03 10°57′	—	5,09	0,960	18,90
2	—	6,73 152°04′	—	0,11 75°36′	—	2,07 106°33′	—	0,32 310°27′	—	0,02 270°	—	0,10 37°65.	—	0,07 197°29′	—	0,06 116°49′	—	0,08 11°26′	—	4,99	1,487	29,80
3	3,21	5,09 10°15′	2,23 109°25′	0,09 123°44′	0,58 137°57′	0,18 234°32′	0,12 157°02′	0,05 245°06′	0,06 181°09′	0,01 270°	0,06 186°51′	0,05 267°31′	0,01 299°44′	0,01 311°38,	0,01 62°14′	0,02 166°09′	0,02 236°32′	0·02 209°45′	0,02 270°	5,09	3,604	70,85
4	—	6,95 331°00′	—	0,15 212°16′	—	0,86 163°58′	—	0,38 187°02′	—	0,02 228°14′	—	0,04 5°06′	—	0,22 356°06′	—	0,23 0°07′	—	0,11 333°32′	—	4,99	0,715	14,35
5	—	7·04 59°17′	—	0,15 26°53′	—	0,66 207°54′	—	0,27 53°29′	—	0,03 90°	—	0,14 26°15′	—	0,03 252°01′	—	0,03 46°30′	—	0,06 161°42′	—	4,97	0,527	10,61
6	3,13	4,99 180°40′	2,23 271°12′	0,08 356°32′	0,53 273°25′	0,18 9°33′	0,11 265°33′	0,04 46°24′	0,09 242°53′	0,03 315°	0,07 273°05′	0,03 37°′26	0,04 237°02′	0,02 17°42′	0,04 242°38′	0,01 237°16′	0,03 275°46′	0,01 161°34′	0,03 270°	4,99	3,537	70,80

TABELA II

ARMONICELE OSCILOGRAMELOR DE TENSIUNE

Cazul	ARMONICE ȘI UNGHIURI DE DECALAJ									Valoarea eficace V	Reziduul deformant V	Coeficent de distorsiune %
	1	3	5	7	9	11	13	15	17			
1	170,30 179°38′	2,85 42°03′	5,38 218°54′	0,53 230°17′	0,72 26°46′	0,51 230°32′	0,90 114°25′	0,55 325°18′	0,34 74°03′	120,5	4,435	3,68
2	170,29 180°27′	2,39 76°59′	5,20 226°42′	0,85 160°51′	1,56 126°53′	0,33 335°09′	0,41 87°39′	0,57 162°39′	0,95 59°40′	120,5	4,324	3,58
3	170,27 2°07′	3,78 27°38′	5,08 255°28′	1,30 310°34′	1,57 0°	0,94 312°19′	1,13 311°22′	0,16 52°18′	0,74 266°30′	120,5	4,716	3,91
4	143,95 1°24	1,11 239°59′	4,35 219°05′	1,09 236°05′	0,30 0°	0,29 230°51′	0,71 247°29′	0,08 241°42′	0,19 140°36′	101,84	3,321	3,27
5	124,15 336°37′	49,64 86°21′	11,73 213°37′	5,91 16°19′	2,72 77°29′	1,38 21°01′	0,46 88°41′	0,09 0°	1,35 5°10′	95,03	36,375	38,28
6	139,67 252°39′	44,49 199°55′	15,38 189°57′	7,67 164°54′	0,89 270°	2,84 195°58′	1,39 189°17′	0,57 165°19′	1,15 264°08′	105,10	34,114	32,41

TABELA III

REZULTATUL INCERCĂRII APARATELOR DE MĂSURĂ IN REGIM DEFORMANT

Cazul	Factor deformant %	Coeficientul de distorsiune a tensiunii %	ERORI %				
			Contoare			Wattmetre	
			de inducție		Motor (Thomson)	(A)	(B)
			Industrial	Etalon			
1	19,40	3,68	— 4,36	— 4,91	—5,84	—5,09	—
2	32,68	3,58	+ 2,70	— 1,34	—0,74	—2,29	—
3	99,99	3,91	— 6,65	— 7,07	—6,21	—5,80	—
4	12,05	3,27	+ 1,39	+ 0,45	—	—	— 0,45
5	44,40	38,28	—20,04	—22,01	—	—	—15,65
6	110,42	32,41	—26,26	—26,52	—	—	—28,56

Fie regimurile deformante caracterizate prin undele de tensiune și de curent date în tabelele *I și II*, corespunzând diagramelor din figurile 1—6.

In aceste regimuri am studiat funcționarea a două contoare de inducție, și anume: un *contor industrial* de 5 A și 120 V, $k = 6\,000$ rot pentru 1 kWh, și un *contor etalon* de 5 A și 120 V, $k = 4\,200$ rot pentru 1 kWh, a unui *contor electrodinamic* de tipul motor (Thomson) cu calaj fix al periilor de 5 A, 120 V, $k = 4\,800$ rotații pentru 1 kWh și a două *wattmetre electrodinamice*, clasa 0,2, de 5 A și 120 V, identice dar de fabricație diferită.

Incercările au fost făcute la încărcarea nominală a aparatelor și rezultatele obținute, sunt date în tabela *III*, eroarea fiind determinată în raport cu puterea adevărată dedusă prin calcul din desvoltarea în serie a undelor de curent și de tensiune.

In regim sinusoidal, eroarea acestor aparate a fost următoarea:

TABELA IV

CONTOARE			WATTMETRE	
de inducție		Motor (Thomson)	(A)	(B)
Industrial	Etalon			
+1,75	—0,53	+1,20	+0,20	+0,30

Trebue observat de asemenea că, contorul motor încercat era un contor de serie, construit pentru a fi folosit în curent continuu, fără niciun fel de modificare specială pentru funcționarea în curent alternativ (constantă de timp mică), și etalonat în curent continuu. In acest caz, eroarea contorului era numai:

Incărcarea . . . %	20	40	60	80	100
Eroarea . . . . %	1,30	1,13	0,48	0,32	0,32

Constatăm deci că riscăm ca, într'un regim având o oarecare deformație, contoarele de inducție să dea erori neadmisibile. Acesta este unul din marile prejudicii ale regimului deformant.

Pentru a preveni într'o oarecare măsură acest inconvenient atât de important, s'ar putea folosi la nevoie, aparate electrodinamice și contoare-motoare.

2. *Măsurarea puterii reactive*

Ne preocupăm în cele ce urmează de cazul unui element unifilar al rețelei, sau de o măsurătoare în monofazat.

Se știe că în acest caz, un dispozitiv bazat pe principiul electrodinamic măsoară în regimul deformant o mărime având forma

$$Q' = \Sigma \frac{1}{n} U_n I_n \sin \varphi_n , \qquad (4)$$

pe când principiul separării puterilor în regimul deformant, pune în evidență expresia teoretică a puterii reactive exprimată prin relația

$$Q = \Sigma U_n I_n \sin \varphi_n . \qquad (5)$$

In consecință, înafară de considerațiile constructive, aceste măsurători cuprind de data aceasta și o eroare de metodă

$$\varepsilon\,\% = 100 \frac{Q' - Q}{Q} = 100 \frac{\Sigma \frac{1-n}{n} U_n I_n \sin \varphi_n}{\Sigma U_n I_n \sin \varphi_n} \qquad (6)$$

Această eroare de metodă este riguros nulă numai în regimul sinusoidal.

Ceea ce ne interesează în special în regimul deformant, este să vedem ce devine această eroare în cazurile practice industriale.

Se știe că în aceste cazuri, deformația este mai puțin importantă la curba de tensiune. Ea apare în special la curba de curent.

Fie spre exemplu aceleași regimuri deformante considerate mai sus. Calculând eroarea de metodă în aceste cazuri, se găsește

TABELA V

CALCULUL PUTERII REACTIVE

Cazul	Puterea reactivă (VAR)		Abatere %
	Fomula		
	(4)	(5)	
1	395,66	397,27	—0,41
2	—273,30	—276,99	—1,33
3	61,32	61,26	+0,10
4	—254,72	—256,03	—0,51
5	432,36	430,38	+0,46
6	—349,02	—349,19	—0,05

Se constată deci că în general, în practica industrială, puterile reactive definite în regimul deformant prin mărimea Q, pot fi măsurate cu aparate electrodinamice monofazate, cu erori mai mici chiar decât eroarea de măsură a energiei active cu contoare de inducție.

In aceste condiții și în cazurile normale ale practicei industriale, se poate accepta măsurarea puterilor reactive cu ajutorul aparatelor electrodinamice, ca suficient admisibile chiar în regim deformant.

3. *Determinarea puterii deformantă*

Principiul separării puterilor face să apară mărimea teoretică

$$D = \sqrt{\Sigma [U_n^2 I_m^2 + U_m^2 I_n^2 - 2 U_m U_n I_m I_n \cos (\varphi_m - \varphi_n)]} \qquad (7)$$

susceptibilă de a caracteriza prezența unui fenomen deformant între curbele de tensiune și curent [1]).

[1]) *C. Budeanu*, Puteri reactive și deformante, 1927 și publicațiile corespunzătoare ulterioare.

Pentru moment, nu ne putem gândi încă la măsurarea directă a acestei mărimi cu aplicațiuni în practica curentă industrială.

De asemenea, nu ne gândim încă la tarifarea puterii deformante, cum se tarifează puterea reactivă.

Totuși, greutățile industriale de măsurare a acestei mărimi nu ne pot opri de a lua în considerare fenomenele însăși precum și mărimile care caracterizează aceste fenomene.

Fiind dată importanța prejudiciilor datorite prezenței fenomenelor deformante și în consecință necesitatea studierii acestor fenomene, în special localizarea acestor fenomene, cunoașterea și determinarea *puterii deformante* D poate să devină necesară atât din punct de vedere teoretic cât și din punct de vedere practic.

S'a adus expresiei (7) obiecție că ea comportă un calcul care se întinde la un număr de operațiuni aritmetice dublu infinit.

Ne propunem să arătăm că în cazurile practicii industriale curente aceste operațiuni se pot reduce la calcule mult simplificate, permițând totuși a determina mărimea D cu o aproximație, sau o eroare de metodă admisibilă și în condiții comode.

In acest scop au fost propuse mai multe formule aproximative, pe care le arătăm mai jos.

O primă expresie este dată de

$$D = UI_d \tag{8}$$

Puterea deformantă se reduce la produsul valorii eficace a tensiunii cu reziduul deformant de curent.

Este o formulă riguros exactă dacă tensiunea este perfect sinusoidală și deformația se localizează pe curent.

Ea este întotdeauna aplicabilă în cazul unei tensiuni *practic sinusoidală*. Este în special cazul alternatoarelor moderne [1]).

[1]) *C. Budeanu*, Raportul Nr. 333, Sesiunea CIGRE, 1948.

Alte două formule au forma următoare [1]):

$$D = UI_d + U_d I \tag{9}$$

$$D = \sqrt{\sum_0^n U_n^2 \left(\sum_0^n I_m^2 - I_m^2\right) - 2U_1 I_1 \sum_0^n U_m I_m \cos(\varphi_2 - \varphi_m)}. \tag{10}$$

In aceste formule am notat:

U și I valorile eficace ale tensiunii și curentului.

U_1 și I_1 valorile eficace ale undelor fundamentale.

U_n și I_n valorile eficace ale armonicelor de ordinul n.

Suma Σ_0^n în formula (10) se extinde la un anumit număr de armonice după gradul de preciziune urmărit.

In sfârșit, o nouă formulă este dată sub forma:

$$D = \sqrt{U_1^2 I_d^2 + U_d^2 I_1^2 - 2U_1 I_1 \sum_0^n U_m I_m \cos(\varphi_1 - \varphi_m)} \tag{11}$$

Ca mai sus, Σ_0^n se extinde la un număr de armonice destul de redus (două sau trei) corespunzător gradului de aproximație căutat [2]).

In toate aceste formule, U_d și I_d reprezintă reziduul deformant astfel cum a fost definit de *Comitetul fenomenelor reactive și deformante* (Raportul Nr. 333, Sesiunea 1948).

Pentru a ne da seama de corelația între toate aceste formule, dăm în cele ce urmează rezultatele și erorile, față de valoarea exactă calculată cu formula (7), a fiecărei din expresiile de mai sus în toate cazurile considerate mai înainte.

4. *Situația într'un regim trifazat*

Măsurarea puterilor și energiilor active în regim deformant într'un sistem trifazat se supune acelorași considerațiuni ca în cazul sistemului monofazat, așa după cum a fost arătat mai sus.

TABELA VI

CALCULUL PUTERII DEFORMANTE

Cazul	Coeficientul % de distorsiune a tensiunii	PUTEREA DEFORMANTĂ VAD — FORMULA					APROXIMAȚIA % — FORMULA			
		Exactă (7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	3,68	—	115,68	138,25	105,97	105,97	+ 9,16	+ 32,30	—	0
2	3,58	—	179,18	200,76	180,73	180,74	— 0,36	+ 11,07	—	0
3	3,91	—	434,28	458,29	434,23	433,76	0	+ 5,55	—	—0,11
4	3,27	60,51	72,82	89,39	60,51	60,70	+ 20,35	+ 47,90	0	+ 0,31
5	38,28	193,07	50,08	230,86	193 13	192,00	—74,00	+ 16,40	+ 0,02	+ 0,55
6	32,41	389,56	371,74	541,97	389,56	390,15	— 4,58	—12,25	0	+ 0,15

[1]) *I. S. Antoniu*, loc. cit.

[2]) Această formulă propusă de *C. Budeanu*, este bazată pe un calcul redus, obținându-se în același timp o aproximație suficientă în practica industrială.

Pentru puterea reactivă se folosesc după cum se știe, aparate măsurând mărimea

$$Q = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{1}{T} \int_0^T (u_{23} i_1 + u_{31} i_2 + u_{12} i_3)\, dt. \qquad (12)$$

Mai știm că, această expresie reprezintă riguros puterea reactivă a regimului trifazat numai dacă tensiunile sistemului sunt simetrice și sinusoidale. In caz contrariu, mărimea Q astfel măsurată este afectată de anumite erori de metodă.

In marea majoritate a cazurilor din practica curentă industrială, ne putem mulțumi cu această expresie, erorile la care ne referim aci fiind acceptabile.

In caz contrariu trebue să folosim aparate de măsură destul de complicate, bazate pe principiul echipamentelor electrodinamice monofazate construite pentru a măsura mărimi reactive în trifazat.

In ceea ce privește *puterea deformantă* în un regim trifazat, problema care interesează în special este *situația pe fază*. In adevăr, această *situație pe fază* intervine întotdeauna în calculul aparatelor de utilizare și în calculul efectelor produse.

deformante și aparente pe fază. Insuși factorul de putere pe fază este mai mic decât factorul de putere global. Este deci vorba de o particularitate a regimului deformant la care, în trifazat, chiar echilibrat, puterea aparentă este în general mai mică decât de trei ori puterea aparentă pe fază. In consecință este absolut necesar a se determina corect tensiunile și curenții pe fază.

Considerațiuni generale și concluzii

S'a sperat întotdeauna în posibilitatea neglijării fenomenelor deformante. Extinderea însă a rețelelor de înaltă tensiune și în special utilizarea din ce în ce mai mult a aparatelor deformante, au făcut ca, în instalațiile din practica industrială, să crească importanța problemelor puse de un regim deformant.

In aceste condiții noi avem a identifica și a limita, pe cât este posibil, puterile deformante puse în joc și mai ales « circulația » în rețea a acestor puteri deformante.

Intr'o mare rețea europeană de transmitere a energiei electrice de înaltă tensiune (110/155 kV) măsurătorile și ridicările oscilografice au permis să se constate regimuri deformante destul de importante (tabela VII) [1].

TABELA VII

STUDIUL REGIMULUI DEFORMANT AL REȚELEI *X*

Locul măsurătorilor	Elementul rețelei	Tensiunea (stelată)			Curentul			Puterea deformantă kVA D
		Tensiunea nominală kV	Reziduul deformant kV	Coeficient de distorsiune %	Curentul nominal A	Reziduul deformant A	Coeficient de distorsiune %	
Substația A	Feeder pentru trenuri	$110/\sqrt{3}$	5,31	8,38	19,2	7,31	38,08	464
	Linia de alimentare	$110/\sqrt{3}$	5,31	8,38	16,8	3,65	21,70	232
Substația B	Feeder pentru trenuri	$155/\sqrt{3}$	2,62	2,92	38,4	8,05	20,95	720
	Linia de alimentare	$155/\sqrt{3}$	2,36	2,64	30,0	8,52	28,40	761

Cazul este acelaș și pentru puterea aparentă unde întotdeauna interesează situația pe fază.

In modul acesta ajungem la a lua în considerare o situație în monofazat și în consecință supusă tuturor considerațiunilor pe care le-am expus mai sus privind un asemenea regim.

S'a arătat de altfel că, în regim trifazat puterea aparentă totală a sistemului este mai mică decât de trei ori puterea aparentă pe fază, deoarece tocmai o parte din puterea deformantă se compensează între cele trei faze. Aceasta ne pune în evidență diferența ce există între noțiunile de putere aparentă totală și pe fază și justificarea de a lua în considerație în special puterile

Prejudiciile fenomenelor deformante sunt multiple, dacă ele nu pot fi neglijate.

Printre problemele care se pun în aceste condiții, trebue să ne preocupe problema măsurătorilor în un regim deformant.

Funcționarea aparatelor electrodinamice măsurând puteri active, nu este prea mult influențată de prezența unui regim deformant.

Situația este aproape aceeași și pentru contoare motoare (de tipul Thomson).

---

[1]) Este vorba de măsurători ce au fost efectuate în urma chestionarului întocmit de Comitetul fenomenelor reactive și deformante.

Dimpotrivă, aparatele de inducţie şi în special contoarele de inducţie pot da erori care să depăşească limitele admise.

Măsurarea puterilor reactive în regim deformant cu ajutorul aparatelor electrodinamice, introduce o eroare de metodă. Aceste erori însă, în situaţiile normale ale practicii industriale, pot fi considerate ca având valori perfect admisibile.

Pentru determinarea puterii deformantă s'au stabilit formule simplificate, utilizabile în raport cu gradul de deformaţie al sistemului şi mai ales în raport cu gradul de preciziune urmărit.

In regim trifazat, aparatele industriale de care dispunem pentru măsurarea puterilor şi energiilor reactive, presupun un regim de tensiuni *practic* echilibrat şi sinusoidal.

In ceeace priveşte puterile aparenta şi deformantă în regim trifazat, trebue luată în consideraţie situaţia pe fază, care riguros este diferită de aceea a regimului considerat în ansamblul său.

О ЗАДАЧЕ ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТЕЙ И ЭНЕРГИЙ В ИСКАЖЕННОМ РЕЖИМЕ

Резюме

Авторы рассматривают задачу измерения различных видов мощностей и энергий — активной, реактивной и искаженной в искаженном несинусоидальном режиме. Для измерения активной мощности и энергии, электродинамические ваттметры и моторные счетчики дают удовлетворительные приближения. Но индукционные приборы, в том числе индукционные счетчики используемые почти исключительно в системах переменного тока, могут давать ошибки, которые выходят из допускаемых пределов.

Измерение реактивных мощностей и энергий, посредством электродинамических приборов, вносит систематическую методическую погрешность. Все-же, в случае обычной промышленной практики, эта погрешность остается в допускаемых пределах.

Для определения искаженной мощности и энергии, дается как точная расчетная формула так и упрощенные формулы, которые могут быть использованы в зависимости от преследуемой степени точности.

В трехфазных системах, известный способ измерения реактивной мощности предполагает только систему практически уравновешенную и синусоидальную. Что касается мощностей искаженной, кажущейся и даже реактивной, в этих системах, на практике интересует только пофазное положение, которое категорически отличается от положения системы в целом.

TEHNICA MĂSURĂTORILOR CURENŢILOR DE DISPERSIE PRODUŞI DE LINIILE DE TRACŢIUNE ELECTRIFICATE

de *G. MOISIL*

Indeplinirea sarcinilor măreţe pe care Planul de Electrificare le trasează tehnicienilor din R. P.R. cere din partea acestora rezolvarea a numeroase probleme. Printre aceste se situează şi aceea a apărării reţelelor de cable şi canalizaţii metalice împotriva coroziunii.

Intre diferitele tipuri de coroziuni la care sunt supuse cablele şi canalizaţiile subterane, cel mai grav este acela datorit curenţilor ce dispersează în pământ, fie din reţelele de tracţiune electrică în curent continuu cu întoarcerea prin şine, fie din reţelele de alimentare în curent continuu cu neutrul neizolat sau cu defecte de izolament.

Planul de Electrificare prevede, printre altele electrificarea căilor ferate, crearea de noi linii de tracţiune electrică urbană şi construcţia şi extinderea a numeroase reţele de cable de energie electrică. Realizările acestor măreţe construcţii necesită însă, în acelaş timp, să se acorde problemei evitării coroziunii prin curenţi de dispersie, un interes deosebit.

Viteza de perforare a structurilor metalice subterane (prin structură vom înţelege atât cablele şi canalizaţiile cât şi orice altă construcţie metalică similară) poate fi mult scăzută, folosind diferite metode de protecţie: drenaje electrice, catodică, joncţiuni izolante, invelişuri izolante etc.

Prevederea măsurilor protectoare simultan cu întocmirea proiectelor fie de linii de tracţiune, fie de cable sau conducte metalice, permite nu numai alegerea soluţiei optime, dar în acelaşi timp reduce şi costul instalării dispozitivelor de protecţie.

Aplicarea corectă a acestor mijloace de protecţie necesită însă cunoaşterea amănunţită a dispersiei curenţilor în sol. Luarea de măsuri protective pripite, fără un studiu migălos al condiţiilor din sol, poate avea drept rezultat nu numai ineficacitatea protecţiei ci poate conduce chiar la o înrăutăţire a coroziunii structurilor subterane. Deasemenea este cu totul greşită părerea că o instalaţie protectivă, odată pusă în funcţiune asigură pentru totdeauna apărarea structurii împotriva atacului coroziv. Dispersia curenţilor în sol depinde de un număr mare de factori ce variază dela clipă la clipă între limite relativ strânse, iar dela o lună la alta, între limite suficient de largi.

Este așa dar, necesar să se asigure un control permanent al rețelelor de cable și canalizații existente în regiunile străbătute de curenți de dispersie.

Aspectul teoretic al fenomenelor de coroziune prin curenți de dispersie a fost desbătut în diferite articole din revistele noastre de specialitate (vezi bibliografie). In schimb tehnica măsurătorilor curenților de dispersie este mai puțin cunoscută.

Scopul prezentului articol constă în descrierea metodelor de măsură ale dispersiei curenților în sol. El cuprinde o serie de date practice care fac cu putință ca orice tehnician să se poată deprinde cu executarea lor.

Intr'un studiu viitor, vom arăta cari sunt mijloacele cele mai potrivite de protecție ale structurilor metalice subterane și cum pot fi dimensionate instalațiile protective pe baza datelor măsurătorilor.

PRINCIPIUL MĂSURATORILOR DE CURENȚI DE DISPERSIE

Solul constitue un conductor masiv, heterogen, în care diferitele structuri metalice reprezintă regiuni de mare conductivitate. In acest conductor heterogen se află o serie de surse, practic punctuale, care debitează sau absorb curent din sol.

Aceste surse pot fi: contactul roților vagoanelor automotoare de pe liniile de tracțiune electrică, punctele de conexiune la șine ale cablelor de întoarcere, rupturi în cablele rețelelor de alimentare în curent continuu, etc.

Intre sursele debitante și absorbante se stabilește un câmp de curenți, liniile de curent plecând de pe sursele debitante și oprindu-se pe cele absorbante.

Liniile de curent străbat întreg solul, structurile metalice neavând alt rol decât de a concentra în interiorul lor liniile de curent. In regiunile în care liniile de curent părăsesc o structură metalică, transportul de sarcini între metal și sol se face pe cale electrolitică: cationii metalici părăsesc rețeaua cristahită a metalului migrând în sol. Acest transport de metal ce însoțește transportul de sarcini electrice, constitue în fapt fenomenul de coroziune electrolitică. Așa dar toate zonele în care liniile câmpului de curent părăsesc o structură metalică pentru a intra în sol, constitue zone periculoase. Astfel de zone apar în special în apropierea surselor absorbante. Nu este însă exclus ca ieșirea curentului din structură să aibă loc în orice alt punct care oferă un drum de mică rezistență, spre sursele absorbante.

Distanța dintre punctele în care structura absoarbe curent și punctele în care ea îl restitue solului poate fi de sute de metri după cum poate fi și numai de câțiva centimetri.

Măsurătorile de curenți de dispersie vor urmări în primul rând delimitarea zonelor de ieșire a curenților din structuri și apoi determinarea intensității și direcției curenților în aceste zone, precum și schimburile de curenți între diferitele structuri subterane.

Zonele în care structurile subterane absorb curent din sol sunt iarăși interesant de cunoscut, deoarece evitând absorbția curentului în aceste zone, poate fi redus simțitor curentul ce se scurge în sol în zonele în care structura cedează curent. Pe de altă parte în cazul canalizațiilor și cablelor de plumb, așezate în soluri alcaline, descărcarea cationilor alcalini și alcalino-teroși pe învelișul de plumb poate produce dizolvarea plumbului care trece în acest caz în plumbit alcalin. Sunt așa numitele coroziuni catodice.

Măsurătorile de curenți de dispersie vor urmări așa dar determinarea în solul din vecinătatea structurilor metalice a intensității, direcției și sensului curenților ce se schimbă între structuri și sol.

In cele ce urmează vom discuta metodele cele mai utile pentru determinarea acestor date și anume:

a. Determinarea potențialului structurilor metalice față de sol.

b. Determinarea componentei orizontale a câmpului electric în sol.

c. Profilul potențialului în sol dealungul unei secțiuni a unei structuri metalice.

d. Determinarea sensului și mărimii curenților ce străbat structurile subterane.

DETERMINAREA POTENȚIALULUI UNEI STRUCTURI METALICE FAȚĂ DE SOL

Determinarea potențialului structurii subterane față de sol este o măsurătoare de cea mai mare importanță întru cât ea ne arată dacă structura absoarbe sau cedează curent în sol.

Un potențial pozitiv al structurii față de sol ne arată că structura cedează curent în pământ, deci este probabilă corodarea ei în acea regiune. Dimpotrivă dacă structura este negativă față de sol, înseamnă că în acea zonă curentul intră din pământ în structură.

Aceste determinări de potențial al structurii față de sol trebue făcute în toate punctele în care structura este accesibilă măsurătorilor.

Aparatura necesară pentru astfel de măsurători cuprinde o clemă pentru contactul cu structura, un voltmetru de rezistență interioară de minimum 100 000 ohmi provolt, un semielement umed pentru contactul cu solul și cordoane cauciucate pentru conexiuni.

Se poate construi cu ușurință un voltmetru de rezistență interioară mare, adaptând un microampermetru sensibil prevăzându-l cu rezistențele necesare pentru scările 100 mV, 250 mV, 1 V și 5 V. E bine ca instrumentul să aibă zero median. In caz contrar trebue prevăzută o cheie inversoare.

Clema de contact se construește după tipul structurii. Cele mai practice cleme sunt cele de tipul crocodil, de dimensiuni adecuate scopului. Condiția principală ce se cere clemei este de a face un contact cât mai bun și mai stabil și de a fi cât mai robustă.

Pentru contactul cu solul este necesară folosirea unui semielement impolarizabil compus dintr'un electrod metalic confecționat din același metal ca și structura al cărei potențial se măsoară, în contact cu o soluție saturată din sare a metalului electrodului. Prin folosirea unui astfel de semielement se reduc la minimum erorile ce ar putea apare datorită fie diferenței de potențial galvanic între metalul structurii și metalul prizei de pământ, fie polarizării acestei prize de pământ.

Pentru măsurători executate asupra cablelor sau canalizațiilor de plumb, autorul a folosit următorul semielement de construcție simplă și ieftină și totodată extrem de robust și de potrivit măsurătorilor pe teren. Se taie dintr'un cablu sau dintr'o țeavă de plumb de cca 5—6 cm diametru o bucată de 7—8 cm lungime care se închide la un capăt prin sudură exterioară, cu un capac confecționat din același metal ca și corpul semielementului (figura 1).

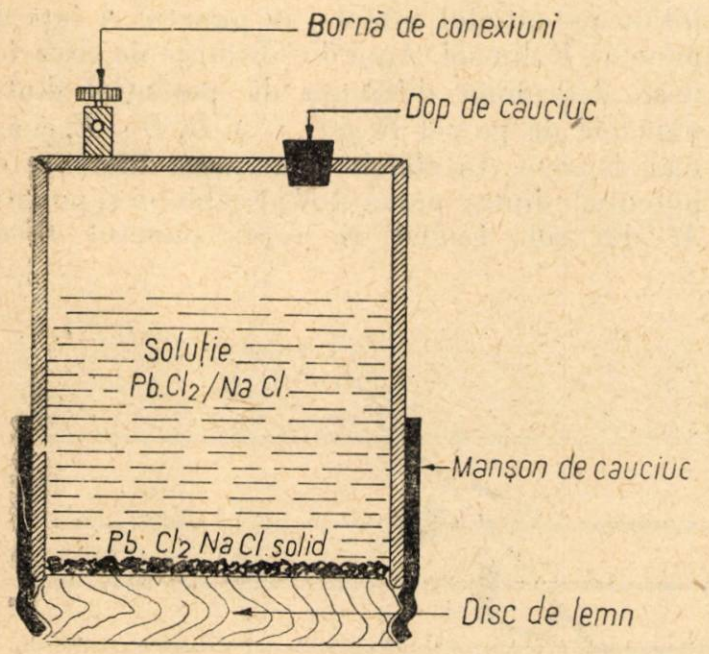
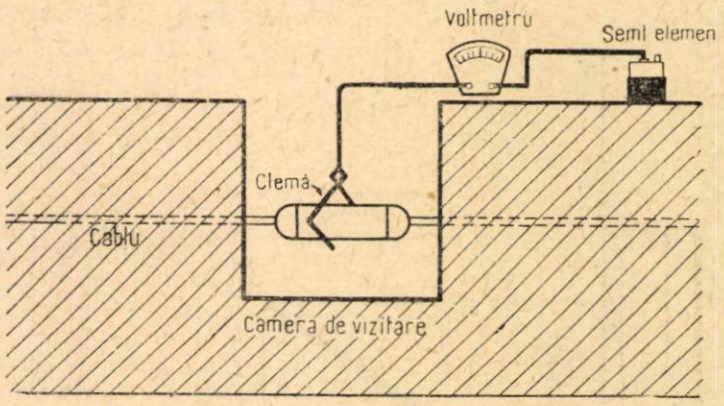


Fig. 1. Semielementul de măsură. Plumb/clorură de plumb (secțiune).

In capac se află practicată o gaură de umplere. De asemenea se prevede o bornă de contact. La celălalt capăt se așează un dop de lemn strunjit în forma arătată în figură, avându-se în vedere ca fibrele lemnului să fie în direcția generatoarei. Se obțin rezultate foarte bune confecționând discul din lemn de carpen. Discul poros de lemn este menținut fix și etanș cu ajutorul unui manșon strâns de cauciuc. Electrolitul ce urmează a fi introdus în semielement se prepară în felul următor: se încălzesc la fierbere 100 cm^3 apă distilată cu 50 g clorură de sodiu și 3 g clorură de plumb. Soluția caldă împreună cu sărurile nedizolvate se toarnă în vasul de plumb. Se astupă cu un dop etanș de cauciuc și apoi se parafinează dopul bine. După răcirea soluției semielementul poate fi folosit.

Pentru realizarea unui bun contact cu solul, semielementul se va așeza într'o scobitură a pavajului, umezită în prealabil cu circa un sfert de litru de apă.

Așezarea completă a aparatelor pentru măsurătorile de potențial față de sol este arătată în fig. 2.



Fg. 2. Montajul pentru determinarea potențialului cablelor subterane față de sol.

Pentru fiecare măsurătoare se vor face minimum zece citiri la interval de 10″ luându-se valorile medii.

DETERMINAREA COMPONENTEI ORIZONTALE A CÂMPULUI ELECTRIC DIN SOL

Determinarea potențialului structurii față de sol, ne dă o indicație scalară asupra situației electrice a structurii în raport cu solul. Pentru a putea cunoaște însă în detaliu schimburile de curenți dintre structurile din sol, este necesar să determinăm pe întinderea unei zone întregi, mărimea, sensul și direcția vectorului densitate de curent. Această determinare este în general suficient de dificilă. In schimb se poate măsura destul de ușor mărimea și direcția proiecției pe planul orizontal al vectorului câmp electric. Cunoașterea componentei orizontale a vectorului câmp electric, constitue o indicație extrem de prețioasă referitoare la mersul curenților în sol.

Modul de lucru este următorul:

Se iau pe pământ două direcții ortogonale Ox și Oy (fig. 3). In punctul O și în punctele A și B se așează câte un semielement de tipul celor descrișî mai sus. Distanțele l_1 respectiv l_2 dintre punctul O și punctele A și B se aleg de circa 1-2 m. Semielementul din punctul O se conectează la una din bornele voltmetrului de rezistență interioară mare (minimum 100 000 ohmi provolt). Cealaltă bornă poate fi conectată printr'un comutator C, fie la electrodul din punctul A fie, la electrodul din punctul B.

Se măsoară apoi tensiunile U_{0A} și U_{0B}. Rapoartele:

$$\frac{U_{0A}}{b_1} \text{ și } \frac{U_{0B}}{b_2}$$

reprezintă gradientul potențialului în direcțiile Ox și Oy. Mărimea componenței vectorului câmp electric în planul orizontal xOy este suma geometrică.

$$E = \sqrt{\left(\frac{U_{0A}}{b_1}\right)^2 + \left(\frac{U_{0B}}{b_2}\right)^2}$$

iar unghiul pe care îl face acest vector cu axa Ox este:

$$\theta = arctg \left(\frac{U_{0A}}{U_{0B}} \frac{b_2}{b_1} \right)$$

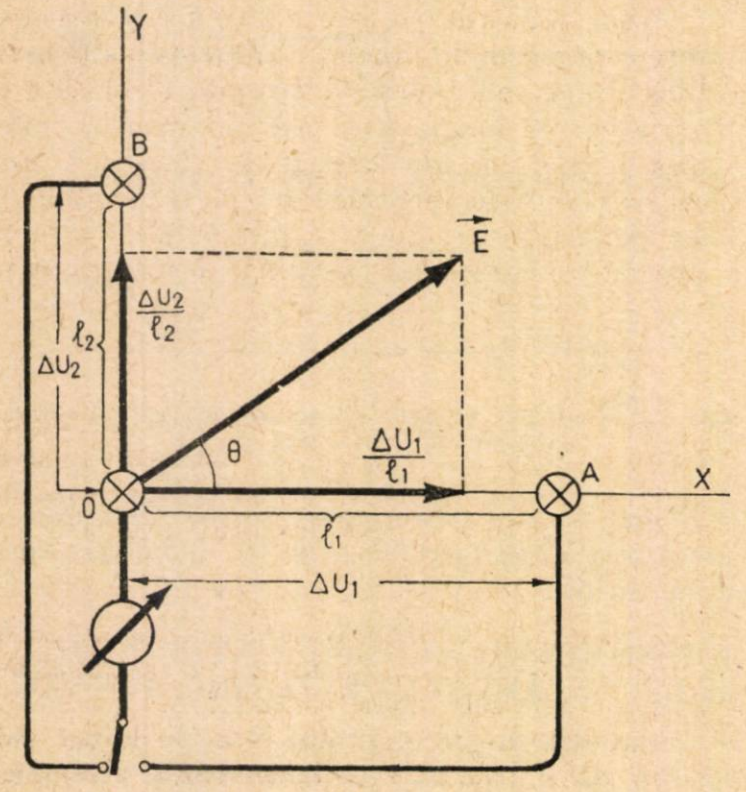


Fig. 3. Montajul pentru determinarea componenței orizontale a câmpului electric în sol.

Explorând solul pe întreaga zonă în care se fac măsurătorile, se pot trasa hărți de dispersie a curenților. In fig. 4 se arată o astfel de hartă. Sensul săgeților arată orientarea componentei orizontale a câmpului electric, iar cifrele indică intensitatea câmpului în milivolți pe metru. Din exemplul arătat în fig. 4 se poate vedea că cea mai importantă scurgere de curent este dinspre cablu către șinele 2 și 3.

DIAGRAMA PROFILULUI POTENȚIALULUI DIN SOL

Diagrama profilului potențialului constitue un mijloc rapid și instructiv de determinare a potențialului unei structuri față de diferitele puncte învecinate ale solului, pe o întreagă zonă cuprinsă între două puncte ale structurii ușor accesibile, de pildă între două camere de vizitare. Modul în care se întocmește această diagramă reiese din fig. 4 și 5. Cablul arătat în aceste figuri este accesibil în punctele A și N. Se determină mai întâiu potențialul cablului în punctul A față de punctul B din sol. Apoi din distanțe de circa 1-2 m se determină diferența de potențial dintre punctele de pe sol B și C, C și D, D și E, și așa mai departe. In sfârșit se măsoară diferența de potențial dintre punctul N al cablului și punctul M din sol. Luând ca reper punctul B de

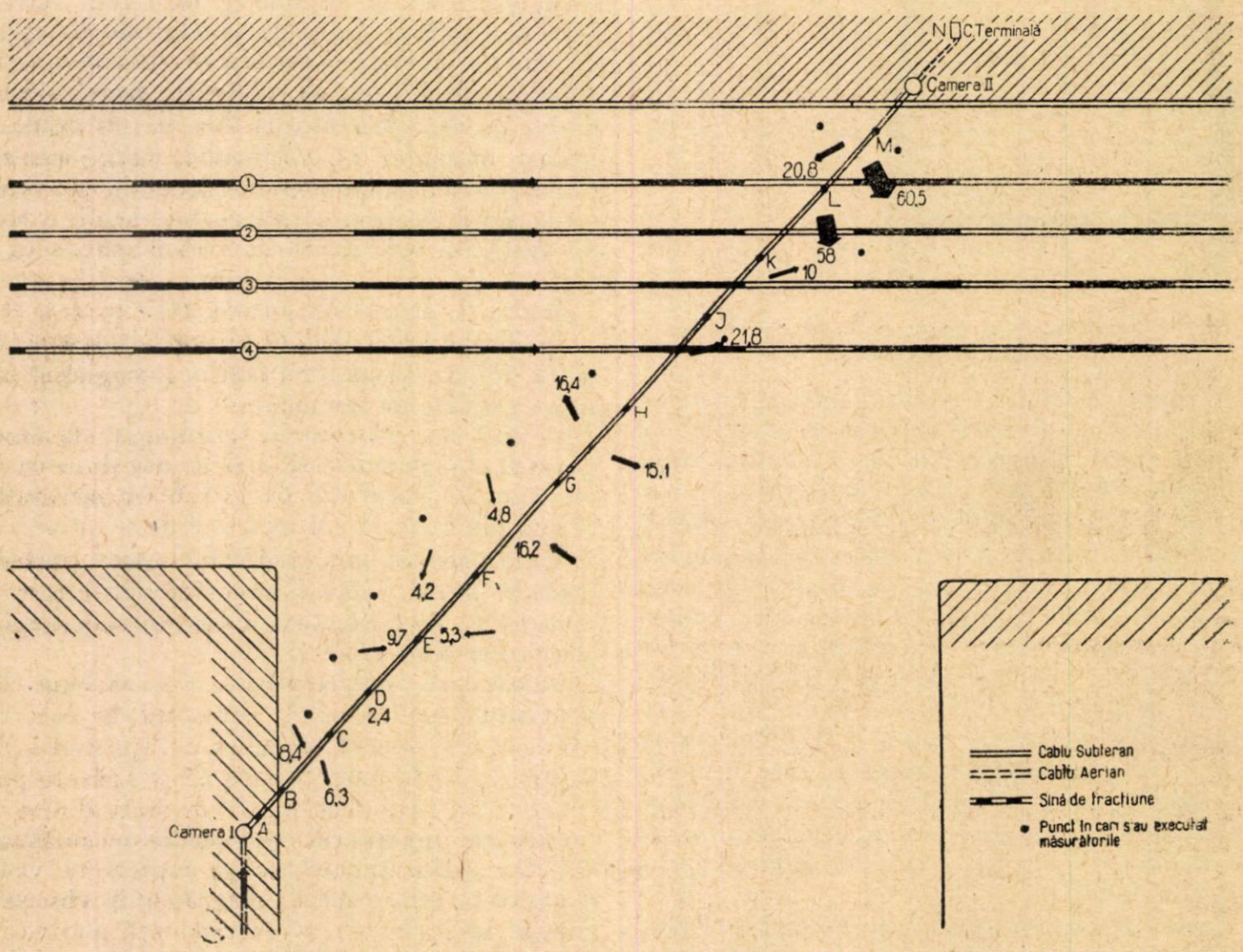


Fig. 4. Harta dispersiei curenților în sol, dealungul unei secțiuni de cablu. Săgețile au direcția și sensul componenței orizontale a câmpului electric din sol, iar cifrele din dreptul lor indică mărimea acesteia în milivolți pe metru.

exemplu se trasează așa cum se arată în fig. 5 diagrama potențialului ținând seama de mărirea și semnul diferențelor dintre potențialele diferitelor puncte. Din fig. 5 se vede că punctul din sol cu potențialul cel mai absorbant, este punctul K dintre șinele 2 și 3.

CĂDEREA DE POTENȚIAL DEALUNGUL STRUCTURILOR METALICE

Cunoașterea variației potențialului dealungul structurilor depe sol sau din sol, dă posibilitatea stabilirii zonelor în care acestea cedează sau absorb curent din sol.

Măsurătorilor de cădere de potențial dealungul cablelor sau canalizațiilor așezate direct în

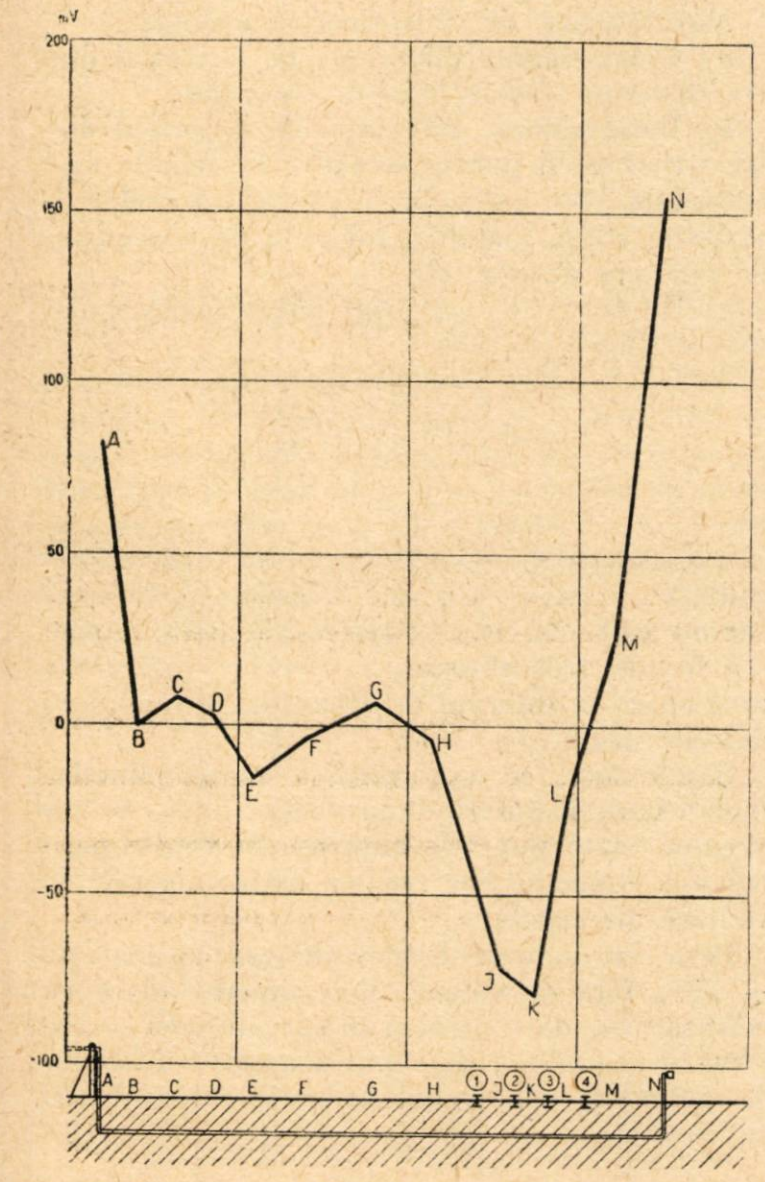


Fig. 5. Diagrama profilului potențialului solului între camerele I și II. In abscisă se află distanțele, iar în ordonată potențialul de milivolți față de potențialul punctului B, luat ca reper. In partea de jos a figurii se arată o secțiune verticală în solul dintre cele două camere.

săpătură, sunt cu totul dificil de executat, aceste structuri nedevenind accesibile decât prin desfacerea pavajului. Acest lucru este extrem de costisitor pe de o parte, iar pe de altă parte prin însăși lucrările de săpătură se modifică sensibil solul din jurul cablului sau canalizației. Pe aceste structuri nu sunt posibile decât măsurătorile de cădere de potențial pe lungimile accesibile în camerele de vizitare (în general cca 2-3 m de cablu sau canalizație).

Măsurătoarea de cădere de tensiune se poate executa cu un milivoltmetru sensibil (100 μV pe diviziune) contactul în cele două puncte ale structurii realizându-se cu ajutorul clemelor crocodil, de care s'a vorbit mai sus.

Prima indicație pe care o dau aceste măsurători, este sensul de circulație a curentului în structură. Dacă se cunoaște rezistența structurii pe unitatea de lungime se poate deduce și mărimea acestui curent. Intr'adevăr, dacă ΔU este căderea de tensiune măsurată pe o lungime Δl iar rezistența structurii pe metru linear este R, curentul ce circulă în structură în acel punct va fi:

$$I = \frac{1}{R} \frac{\Delta U}{\Delta l}$$

Dacă I este curentul ce străbate structura într'o cameră de vizitare, iar I curentul ce străbate structura în camera următoare (socotită în sensul în care circulă curentul) atunci:

$$J = I_1 - I_2$$

este mărimea curentului ce se scurge ($I_1 > I_2$) sau se absoarbe ($I_1 > I_2$) din sol pe secțiunea cuprinsă între cele două camere.

Raportul dintre J și distanța d dintre cele două camere, ne dă densitatea medie, a curentului ce circulă între structură și sol, pe unitatea de lungime.

Importanța densității medii de curent este relativă.

Dacă sensul curenților în structură nu este lipsit de însemnătate, în schimb valoarea densității medii a curentului între două camere de vizitare nu ne dă o indicație precisă asupra pericolului de coroziune. Intr'adevăr un curent de câțiva miliamperi poate da coroziuni grave dacă ieșirea lui din structură are loc printr'o suprafață foarte redusă; dimpotrivă curenți ceva mai mari pot fi cu totul inofensivi dacă ieșirea lor are loc pe cea mai mare parte din suprafața structurii. Astfel de măsurători pot fi folosite ca indicații ajutătoare, împreună cu diagrama profilului potențialului solului.

Căderea de potențial dealungul structurilor metalice așezate pe sol (șine de tracțiune de orice fel, poduri, etc.) poate fi în schimb măsurată cu ușurință.

Căderea de potențial dealungul șinelor de tracțiune electrică în curent continuu care produc câmpul de dispersie. constitue o determinare deosebit de utilă.

Măsurători de acest fel se pot executa cu un milivoltmetru sensibil, contactul în cele două puncte ale șinei, făcându-se cu ajutorul a două cleme-crocodil așezate pe șină și apăsate puternic. Se va nota deasemenea distanța dintre cele două puncte între care se execută măsurătoarea.

Este recomandabil să se reprezinte valorile măsurate sub formă de diagrame, în abscisă notându-se distanțele iar în ordonată mărimea căderii de tensiune. In fig. 6 se arată pe o astfel de diagramă, căderea de potențial dealungul celor 4 șine, din exemplul arătat în fig. 4. Se observă

că potențialul șinei 1 suferă o discontinuitate puternică. In acest punct conductivitatea șinei este redusă, datorită unei eclise defecte. Cu cât numărul și mărimea discontinuităților de potențial pe o șină sunt mai accentuate cu atât struc-

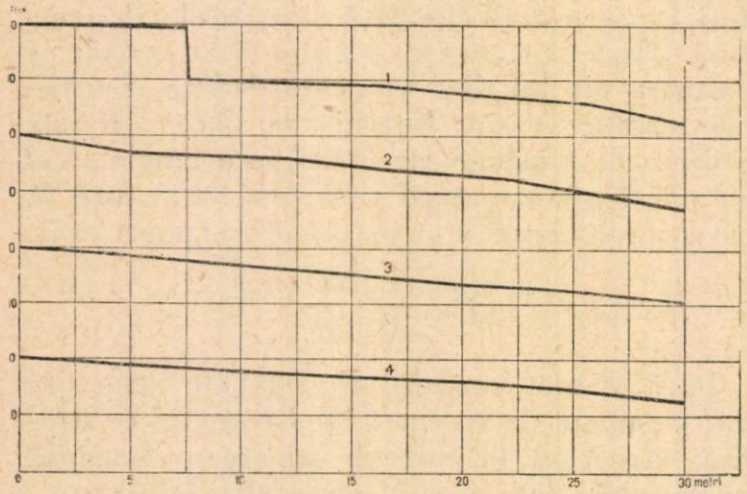


Fig. 6. Diagrama căderii de potențial dealungul celor patru șine de tracțiune electrică. Discontinuitatea căderii de tensiune de pe șina 1, indică o eclisă defectă.

turile subterane sunt mai periclitate, aceste discontinuități corespunzând punctelor de absorție sau de cedare maximă de curent în sol.

ORGANIZAREA MĂSURĂTORILOR: MASURATORI DE CONTROL ȘI DE INTREȚINERE

Pentru o cunoaștere corectă a condițiilor corozive în care se află o anumită structură, este necesar ca măsurătorile să se execute conform unui program judicios întocmit. Măsurătorile de curenți de dispersie pot fi grupate în două categorii:

a) Măsurători de control

b) Măsurători periodice de întreținere.

Măsurătorile de control cuprind: întocmirea hărții potențialelor, diagrama profilului potențialului în sol, măsurători de cădere de potențial dealungul structurilor, în special pe șinele de tracțiune și determinarea sensului curenților în cable și canalizații.

Aceste măsurători amănunțite trebue întreprinse pe întreaga rețea, așa ca fiecare zonă să fie controlată cel puțin odată la doi ani. Ele sunt cu atât mai necesare în cazul unei rețele încă nestudiate, pentru a putea cunoaște în ansamblu dispersia curenților în întreaga rețea și pentru a putea delimita zonele periculoase.

Dacă rețeaua este echipată cu instalații de protecție împotriva coroziunii, e preferabil să se întrerupă toate aceste instalații în timpul când se fac măsurătorile, apoi pe baza datelor științifice culese, să se stabilească din nou poziția instalațiilor protective.

In același timp însă cu măsurile de control, este necesar să se execute și un program de măsurători periodice de întreținere, care să permită verificarea rapidă, săptămânală și lunară a întregii rețele.

Intr'adevăr condițiile care determină câmpul de curenți de dispersie în sol, variază în cursul unei aceleași luni între limite destul de largi. Efectuarea de lucrări pe liniile de tracțiune, defectarea sau repararea ecliselor de pe aceste linii, modificări în distribuția traficului pe aceste linii, pozarea sau desființarea de rețele subterane precum și variațiile sezoniere ale umidității și conductivității solului sunt cauze care pot schimba substanțial condițiile corosive existente. Rostul măsurătorilor de întreținere, constă tocmai în detectarea punctelor în care condițiile corosive au suferit schimbări. In punctele în care se detectează astfel de modificări, este necesar a se reface măsurătorile detaliate de control, pentru a se vedea dacă nu este cazul să se modifice instalațiile protective existente, sau să se adauge noi dispozitive de protecție.

Măsurătorile de întreținere cuprind:

a) Determinarea diferenței de potențial dintre structură și șina liniei de tracțiune.

b) Determinarea diferenței de potențial dintre structură și puncte metalice învecinate ușor accesibile, spre exemplu: capacele camerelor de vizitare, stâlpi metalici, robinete de concesiune de apă sau de gaz, etc.

c) Diferența de potențial dintre șinele căilor de tracțiune electrică.

Astfel de măsurători pot fi executate suficient de rapid, cu o aparatură, simplă, de către un personal cu calificare redusă. Aparatura constă dintr'un voltmetru cu zero median, de rezistență interioară obișnuită și din două cordoane de măsură cauciucate, prevăzute unul cu o clemă-crocodil, iar celălalt cu o sulă metalică. Și în acest caz nu este suficientă o singură lectură, ci pentru fiecare măsurătoare, se vor face minimum zece citiri, la interval de 10 secunde, luându-se valorile medii.

Săptămânal se vor verifica toate punctele unde există instalații de protecție. Lunar se vor verifica toate punctele cuprinse în zonele periculoase. Anual se vor verifica toate camerele de vizitare ale rețelei.

Peste tot unde se observă abateri mai mari de $\pm$ 50% față de valorile determinate odată cu măsurătorile de control și în special dacă se observă o schimbare de semn a acestor diferențe de potențial vor trebui refăcute măsurătorile de control.

BIBLIOGRAFIE

Calman, V. S.: Protecția electrică contra coroziunii instalațiilor metalice subterane. Ed. Avutul Comunal al poporului. U.R.S.S., Moscova, 1940.

Calman V. S.: Electricestvo Nr. 7, 1948. Despre normele de siguranță față de influența la coroziune a construcțiilor subterane.

Petrescu Gh.: Buletinul de Standardizare, Nr. 4, 1950. Considerațiuni asupra coroziunii conductelor și cablurilor subterane.

Moisil Gh.: Rev. Tehn. AGIR. Electricitatea, Nr. 4, pag. 174—192, Nr. 5, pag. 235—245, 1948.

Moisil Gh.: Rev. Tehn. AST. Electricitatea, Nr. 1, pag. 42—44, 1950.

Moisil Gh. și *Drăghicescu M.:* Rev. Tehn. AST, Electricitatea Nr. 2, pag. 113—114, 1950.

Fihman: Rev. Tehn. AST. Electricitate, Nr. 4—5, pag. 204—211, 1950.

Резюме

Защита кабелей подземной проводки от влияния земных токов, происходящих от линий электрической тяги, требует точного знания распределения токов в земле. Автор описывает технику измерений земных токов, остановливаясь на следующих определениях: измерении потенциала по сравнению с землей, при помощи неполяризирующихся электродов; измерение горизонтальной составляющей электрического поля в земле, измерение потенциального профиля вдоль кабеля и кабельной канализации и измерение падения напряжения на шинах электротяги.

В заключении указаны принципы организации и планировки этих измерений.

SUBSTAŢII MOBILE PENTRU LINIILE FERATE ELECTRIFICATE

de *ing. ION CORODEANU*

Rolul substaţiilor de tracţiune electrică este, pe de o parte, de a alimenta o anumită porţiune din linia de contact şi, pe de altă parte, de a transforma energia electrică primită prin intermediul liniei de transport dela centralele electrice în energie electrică sub forma în care este necesară a fi livrată liniei de contact, care la rândul ei alimentează locomotivele electrice.

Inafară de deosebirile specifice de natură electrică, substaţiile de tracţiune pot fi clasificate din punct de vedere general constructiv în:

Substaţii de tracţiune fixe.

Substaţii de tracţiune mobile.

Substaţii de tracţiune fixe sunt acelea care comportă instalaţii montate fix în clădiri (substaţii numite de tip interior) sau în exteriorul clădirilor (substaţii numite de tip exterior). Aceste substaţii fixe sunt de altfel cele mai frecvente.

Substaţiile de tracţiune mobile sunt acelea care comportă instalaţii montate pe vagoane de cale ferată.

Avantajele principale ale substaţiilor mobile sunt următoarele:

Atunci când centrul de greutate al sarcinilor din linia de contact se deplasează în mod temporar, substanţa mobilă poate fi şi ea deplasată în noul centru de greutate.

De asemenea într'un ansamblu de substaţii mobile, numărul grupurilor de rezervă este mult mai mic decât în cazul substaţiilor fixe. Intr'adevăr, la substaţiile fixe trebue să avem în principiu, câte un grup de rezervă în fiecare substaţie. In cazul substaţiilor mobile, acelaşi grup poate fi transportat cu uşurinţă acolo unde este necesar spre a înlocui un alt grup în revizuire sau defect.

Afară de aceasta, în cazul unei defectări mai grave, grupul mobil poate fi transportat fără dificultăţi în atelier, pentru reparaţii.

Pe diferitele căi ferate electrificate există actualmente mai multe feluri de asemenea substaţii mobile, după sistemul de tracţiune adoptat. Acolo unde avem curent continuu la linia de contact, alimentarea substaţiilor făcându-se cu curent trifazat, substaţiile sunt prevăzute cu grupuri redresoare. Pe căile ferate cu curent monofazat de joasă frecvenţă la linia de contact şi cu alimentarea substaţiilor tot cu curent monofazat, substaţiile mobile sunt echipate numai cu transformatori statici. In sfârşit, pentru cazul când linia de contact funcţionează cu curent monofazat de joasă frecvenţă, iar alimentarea substaţiilor se face cu curent trifazat de frecvenţă industrială, s'a ajuns să se construiască chiar substaţii mobile cu grupuri convertizoare rotative.

In cele ce urmează vom face pe scurt descrierea a trei prototipuri de substaţii mobile construite destul de recent.

Toate prototipurile sunt echipate cu câte un grup redresor de 4 000 kW, care este alimentat cu curent trifazat 60 000 V, pe care îl redresează pentru a-l reda liniei de contact sub formă de curent continuu 1 500 V.

Prototipurile I şi II sunt construite din câte 2 vagoane, iar prototipul III dintr'un singur vagon. La prototipurile cu 2 vagoane, primul vagon cuprinde în esenţă disjonctorul de 60 000 V, transformatorul principal al redresorului şi echipament auxiliar; al doilea vagon conţine redresorul, disjonctorul de curent continuu 1 500 V şi tabloul de comandă. Prototipul III cuprinde bine înţeles întreg echipamentul pe un singur vagon. Aceasta s'a reuşit construindu-se un redresor, care este răcit cu aer insuflat, având astfel dimensiuni mai reduse. Vagonul al doilea al prototipurilor I şi II are o lungime de circa 18 m şi o greutate totală în funcţiune de 55 tone. Vagonul are un şasiu obişnuit sprijinit de două boghiuri cu câte două osii. Acest vagon nu prezintă nimic deosebit. In schimb primul vagon al acestor prototipuri, precum şi vagonul unic al prototipului III au necesitat o construcţie specială, datorită marilor greutăţi pe care trebuiau să le suporte. Transformatorul special al redresorului constitue piesa cea mai grea a echipamentului substaţiei.

Arătăm schematic în fig. 1 aspectul primului vagon al prototipului I. Acest vagon este con-

struit din doi longeroni principali cu traverse; boghiurile în număr de două sunt prevăzute fiecare cu câte două osii. Sarcina maximă pe osie este de 17,55 tone. Greutatea totală a vagonului în funcţiune este de circa 68 tone. Lungimea între tampoane este de aproximativ 15,6 m.

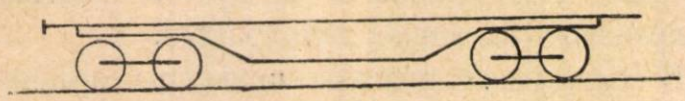


Fig. 1.

Arătăm deasemenea în fig. 2 aspectul schematic al primului vagon construit pentru prototipul II. Transformatorul este susţinut de trei longrine longitudinale în spre mijlocul vagonului. Şasiul se sprijină pe două boghiuri cu câte trei osii. Sarcina maximă pe osie este de circa 17 tone, iar greutatea totală în funcţiune de aproximativ 103 tone. Lungimea între tampoane este de circa 19,6 m.

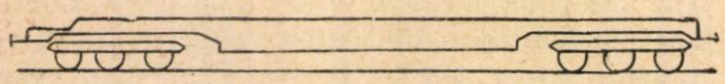


Fig. 2.

In sfârşit în fig. 3 arătăm vagonul unic al prototipului III; cuva transformatorului este asamblată solid prin feţele sale laterale cu cele două longeroane ale şasiului. Vagonul are două boghiuri cu câte trei osii. Sarcina maximă pe osie este de 21,4 tone, greutatea totală a vagonului de 124 tone, iar lungimea între tampoane de 23,4 m.

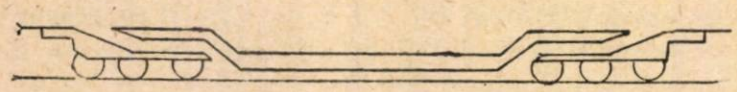


Fig. 3.

Dăm mai jos caracteristicele electrice principale ale celor trei substaţii mobile. Incepem cu caracteristicele comune. Transformatorul redresorului este prevăzut cu prize suplimentare, putând fi manevrate sub sarcină. Prizele suplimentare corespund la +15% şi —10% faţă de tensiunea de 60 000 volţi. Primarul transformatorului este montat în stea, secundarul transformatorului este dublu trifazat. După cum se ştie, redresorii produc, pe partea de curent continuu, armonice care au influenţe supărătoare asupra liniilor aeriene de telecomunicaţii, montate paralel cu linia de contact. Din această pricină, pe partea de curent continuu s'au prevăzut shunturi rezonante astfel acordate încât să amortizeze armonicele de 300, 600, 900 şi 1 200 Hz care produc cele mai dăunătoare perturbaţii.

Protecţia grupului redresor este realizată pe partea de înaltă tensiune printr'un disjonctor automat trifazat 60 kV 500 A, cu o putere de ruptură de 1 milion kVA. Prototipurile I şi II au disjonctoare cu aer comprimat, iar prototipul III are un disjonctor cu cantitate redusă de ulei. Pe partea de curent continuu protecţia este realizată printr'un întrerupător automat ultrarapid 4 000 A, putând fi reglat şi pentru curent invers în scopul de a opri alimentarea unui defect în interiorul redresorului. Inafară de aceasta, redresorul este prevăzut şi cu grile polarizate [1]) pentru protecţie în caz de curent invers.

Fiecare substaţie este dotată cu un echipament automat pentru următoarele funcţiuni: izolarea şi blocajul grupului în cazul unui deranjament la sistemul de răcire al redresorului, la dispozitivul cu grile polarizate, la shunturile rezonante, la pompele de vid sau în caz de temperatură nepermisă la transformator sau redresor.

Arătăm în cele ce urmează şi unele caracteristice mai interesante specifice fiecărui prototip.

Prototipul I (fig. 4). Redresorul posedă 18 anozi repartizaţi în 6 grupe, fiecare grupă având câte 3 anozi asociaţi în paralel prin inductanţe

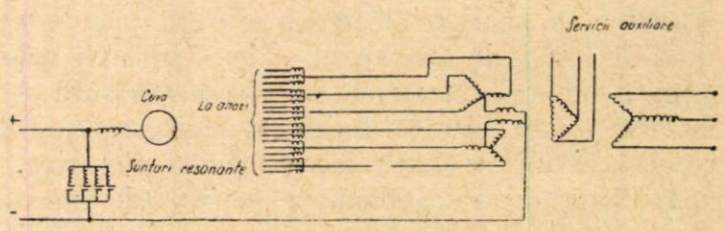


Fig. 4.

montate într'o cuvă cu ulei. Punctele neutre ale fiecărui dispozitiv în stea formând secundarul sunt legate printr'o bobină de absorbţie. Serviciile auxiliare sunt alimentate dela un secundar special în triunghi al transformatorului principal. Deoarece prin acest montaj, serviciile auxiliare nu pot funcţiona decât numai după punerea sub tensiune a grupului, comanda releelor de siguranţă este efectuată cu ajutorul unei baterii de acumulatori de 72 volţi 42 amperiore. Aerul comprimat necesar funcţionării disjonctorului de 60 kV este produs de două grupuri moto-compresoare care acumulează aerul sub o presiune de 20 at într'un rezervor de 0,5 m³.

Vidul preliminar este obţinut prin pompă rotativă, iar vidul ridicat prin două trompe cu vapori de mercur. Numai cuva redresorului este răcită prin circulaţie de apă; cabina redresorului are o îmbrăcăminte isotermică, care păstrează în interior temperatura necesară în orice anotimp, fie că substaţia se găseşte în mers, fie că este în repaus.

Tensiunea necesară polarizării grilelor este dată de un grup auxiliar motor asincron dinamo.

Prototipul II (fig. 5). Se aseamănă mult cu prototipul I. Arătăm numai deosebirile mai importante. Serviciile auxiliare sunt alimentate

[1]) In ceea ce priveşte funcţionarea redresorilor cu grile polarizate (mutatori) în tracţiunea electrică, se poate consulta şi articolul « Mutatorii în tracţiune electrică » de ing. Ion Corodeanu, Revista C.F.R., Martie-Aprilie 1945.

dela un transformator special de 60 kVA. In circuitul de răcire al cuvei și chiar în cuvă s'au prevăzut dispozitive de încălzire comandate prin termostate gradând acțiunea de răcire și permițând de a menține temperatura redresorului între limite foarte apropiate.

Pe porțiunea destinată a fi echipată cu substații conform cu acest prototip, multe substații vor fi constituite din două grupuri de câte 4 000 kW. In anumite ore de mare trafic este necesar să funcționeze ambele grupuri. Dacă în acest interval unul din grupuri se defectează, până la aducerea unui alt grup mobil, grupul rămas în funcțiune se găsește în suprasarcină. Pentru ca acest grup să nu se deterioreze din cauza suprasarcinei, există posibilitatea de a i se

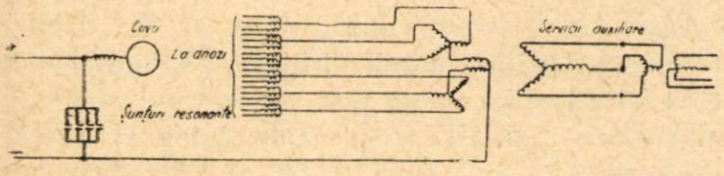


Fig. 5.

schimba caracteristica sa naturală tensiune-intensitate, într'o alta cu o pantă mai pronunțată, la care căderile de tensiune sunt mai mari pe măsură ce sarcina crește. Această schimbare de caracteristică se obține printr'o polarizare corespunzătoare a grilelor. Prin schimbarea arătată a caracteristicei se realizează o *descărcare* a grupului respectiv și o *încărcare* suplimentară a grupurilor din substațiile vecine. Sistemul de funcționare se bazează pe utilizarea unor transformatori cu circuit magnetic dintr'un metal special.

Prototipul III (fig. 6). Particularitatea esențială a acestui grup constă în existența a două cuve în paralel, cu câte 12 anozi, pentru un

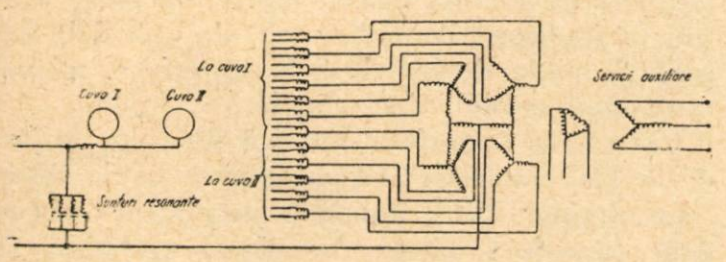


Fig. 6.

singur transformator. Cuvele sunt răcite prin insuflare de aer sub catodă de către un ventilator cu ax vertical. Un dispozitiv de încălzire comandat prin termostate permite de a grada foarte bine temperatura aerului insuflat.

Rezultatele încercărilor de probă.

Incercările de probă au fost efectuate și la unul dintre grupuri, s'au obținut următoarele rezultate în ceea ce privește randamentele:

0,964 la 1/1 sarcină
0,966 la 3/4 sarcină
0,964 la 1/2 sarcină
0,950 la 1/4 sarcină

Randamentele de mai sus au fost stabilite prin metoda pierderilor separate. Pierderile fixe (pompele de vid, excitația, polarizarea grilelor, controlul și comanda serviciilor auxiliare) sunt de 7 375 W. Consumațiile cauzate de celelalte servicii auxiliare, de care nu s'a ținut seama la calculul randamentului, sunt următoarele:

Pompele de circulație cu apă . 2 360 W
Ventilatorul răcitorului . . . 4 340 W

Căderea tensiunii între 1/10 sarcină și plina sarcină este de 64 V, adică de circa 4 %. Factorul de putere în primar, definit prin raportul între puterea reală și cea aparentă este de:

0,95 la 1/1 sarcină
0,94 la 1/2 sarcină

Tensiunea perturbatoare echivalentă la plină sarcină are următoarele valori:

4,75 V cu shunt rezonant,
13,50 V fără shunt rezonant.
La jumătate de sarcină, valorile devin:
2,3 V cu shunt rezonant,
14,0 V fără shunt rezonant.

Incălzirea transformatorului la puterea nominală atinge 30°, iar după o suprasarcină de 50 %, timp de două ore urmată unui regim stabilizat de sarcină normală, temperatura s'a ridicat la 50°. (Temperatura ambiantă 14°).

Temperatura redresorului a atins 50° pentru puterea nominală și s'a ridicat la 60° după o suprasarcină de 50 % timp de două ore, urmată unui regim stabilizat de sarcină nominală. Temperatura inițială a cabinei redresorului a fost de 34°.

Precizăm că substațiile mobile în chestiune se pot deplasa pe calea ferată cu o viteză care poate atinge circa 75 km/h.

Problema introducerii de substații mobile în tracțiunea electrică o găsim foarte interesantă și credem că va fi luată în considerație și pentru electrificarea liniilor C.F.R. Sunt specialiști care preconizează chiar abandonarea soluției clasice cu substații fixe și utilizarea exclusivă de substații mobile.

ПЕРЕДВИЖНЫЕ ПОДСТАНЦИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ.

Резюме

Тяговые подстанции служат для питания участка контактной сети. Они также служат для преобразования электроэнергии полученой с электростанций через линии передачи в электроэнергию, имеющую форму необходимую для контактной сети, питающей электровозы.

Автор указывает на преимущества передвижных подстанций, (установленных на железнодорожных вагонах, перед стационарными

подстанциями установленными внутри или вне зданий: лучшее резервирование, легкая перевозка на нужное место и быстрая замена в случае порчи).

Такого рода передвижные подстанции имеются на различных электрифицированных железных дорогах. Автор описывает три прототипа недавно сооруженных передвижных подстанций, результаты полученные при их испытании.

Советует применение передвижных подстанций в электрифицированном транспорте.

EFORDITVA
Fr. 1266.

APLICAȚII INDUSTRIALE ALE ÎNCĂLZIRII PRIN CURENȚI DE INDUCȚIE DE ÎNALTĂ FRECVENȚĂ: CĂLIREA SUPERIOARĂ

de *ing. MARIUS STERU*

Progresele făcute în ultimul timp în știința electronică, dând posibilitatea construcției de generatori de înaltă frecvență cu puteri mari, cu randament ridicat, durabilitate mare și preț scăzut, au deschis noi perspective de aplicație a curenților de înaltă frecvență, începând a fi folosiți ca element energetic în diferite procese industriale.

Acestea au dat naștere la mijloace de producție ce au adus după sine metode de lucru și procese tehnologice noi, având ca efect o mărire a randamentului de producție, îmbunătățirea calității fabricatelor și posibilitatea fabricării de produse noi.

Una din aceste aplicații, de care ne vom ocupa în cele de mai jos și care, în Uniunea Sovietică a luat o mare extindere, este călirea superficială a pieselor de oțel prin încălzirea selectivă a suprafeței cu curenți de înaltă frecvență, procedeu ce înlocuește cu succes cementarea. Se ajunge prin aceasta la scurtarea timpului operațiunii dela mai multe ore la câteva secunde, economisindu-se timp, material, combustibil, prelucrare, adică în mod final, se ajunge la ieftenirea produsului.

In U.R.S.S., s'a creat, printr'o decizie specială a sovietului Comisarilor Poporului, un « Birou Central al călirii superficiale », care coordonează lucrările de cercetări și aplicare pe teren în acest domeniu, pe tot întinsul Uniunii Sovietice. Rezultatele nu s'au lăsat așteptate și astăzi procedeul se aplică în mod curent, în domenii din cele mai variate, realizându-se importante economii și măriri de productivitate a muncii.

Și la noi în țară, după exemplul sovietic, se studiază actualmente introducerea călirii superficiale prin înaltă frecvență în industria metalurgică, iar industria electrotehnică studiază construcția aparaturii necesare.

Cementarea și călirea superficială

Se știe, că pentru ca o piesă de oțel să fie dură, ea trebue călită. Prin aceasta materialul capătă o structură cristalină omogenă, numită în metalurgie « austenită », devenind dur, însă casant.

Piesele de oțel călit, deși sunt dure, au desavantajul că, fiind casante, nu pot suporta șocuri, deoarece se sparg ușor. De aceea, piesele ce trebue să suporte șocuri, adică să fie elastice și totuși dure la suprafață, cum ar fi: arborii cotiți, bolțurile, roțile dințate, bandajele de cale ferată, etc., nu se pot căli în mod obișnuit, ci suportă un alt proces tehnologic și anume *cementarea.*

Cementarea constă în carburarea suprafeței piesei făcute din oțel moale, obținându-se prin aceasta o suprafață dură de oțel cu procentaj mare de carbon, interiorul menținându-se neschimbat, deci cu elasticitatea inițială.

Carburarea se face prin împachetarea piesei în materiale carburante și menținerea ei la aproximativ 900° timp de multe ore.

Aceasta presupune o mare cheltuială de energie calorică, din cauza timpului lung de tratament, consum de chimicale și în plus o prelucrare ulterioară, piesa suferind importante deformațiuni.

Metodele mai noi, ca nitrurarea, sau cementarea în gaz deși sunt mai ușoare, totuși procedeul cementării, în general, este scump.

O soluție nouă comodă și foarte indicată este *călirea superficială.* Călind numai un strat subțire (o fracțiune de milimetru) de oțel dela suprafață, piesa devine dură la suprafață, miezul rămânând necălit, deci elastic.

Călirea la suprafață implică însă un mijloc de încălzire selectivă — peste punctul de călire (aproximativ 750°), numai a unui strat subțire dela suprafața piesei, interiorul trebuind să rămână rece sau în orice caz sub acest punct.

Prin metodele clasice de încălzire, dela exterior către interior (conductibilitate, radiație sau convecție), acest deziderat nu se poate realiza căci pentru a încălzi numai stratul dela suprafață, trebue ca densitatea de putere calorică (energia calorică pe unitatea de suprafață în unitatea de timp) a elementului încălzitor să fie destul de mare pentru a ridica temperatura suprafeței peste punctul de călire într'un timp foarte scurt, înainte ca energia calorică să aibă timp să se propage spre interior, încălzind toată piesa.

Dacă densitatea de putere calorică este mică, atunci timpul de încălzire este lung și, din cauza gradientului de temperatură între exterior și interior, ia naștere un curent caloric, spre inte-

rior, ce tinde să uniformizeze temperatura piesei în toată masa ei. Din această cauză, stratul dela suprafață nu poate ajunge la temperatura necesară călirii, deci atunci când și interiorul piesei se găsește la o temperatură apropiată, adică atunci când, din cauza gradientului mic de temperatură între suprafață și interior, cantitatea de căldură cedată miezului este mică.

Menționăm că, pentru un gradient de temperatură de 100° pe mm, se produce în oțel un curent caloric de 700 W/cm². Pierderile prin radiație sunt mai puțin importante; la o temperatură superficială de 1000° se pierd aproximativ 15 W/cm².

Pentru a se putea obține o încălzire selectivă a suprafeței, este necesară o putere de 500—5000 W/cm² suprafață de piesă. Cuptoarele de călire normale prin radiație sau conductibilitate sunt cu totul insuficiente pentru acest scop, ele putând transmite o putere de maximum 150 W/cm².

Flacăra oxiacetilenică poate da 1500 W/cm², însă numai pe câțiva mm în mijlocul ei, așa că încălzirile pe suprafețe mai mari sunt dificile. Se folosesc suflaiuri mari pentru călire superficială, însă încălzirea făcându-se neuniform și încet, stratul călit este gros și neomogen, cu tensiuni interne și se produc fisuri.

Problema o rezolvă, în mod optim, inducția prin curenți de înaltă frecvență (I. F.).

Inducția prin curenți de I. F.

Să considerăm o bară de oțel înconjurată cu o spiră de cupru, spiră legată la bornele unui generator de I. F. cu o frecvență de 500 kHz (fig. 1).

Trecând un curent de I. F. prin spiră, în bara de oțel, ia naștere un câmp de electromagnetic care dă naștere unui curent de I. F., care din cauza efectului pelicular, tinde să curgă pe suprafața barei.

Dacă notăm cu I_x densitatea de curent la adâncimea x și cu I_0 densitatea de curent la suprafața piesei, atunci avem:

$$I_x = I_0 e^{-\frac{x}{\delta}} \qquad (1)$$

în care δ este o constantă, având ca valoare adâncimea la care

$$I_x = \frac{I_0}{e}$$

adică adâncimea la care I_0 descrește de e ori (e = baza logartimilor Neperieni = 2,718).

Să numim această adâncime « pătrunderea ». δ depinde de natura materialului barei și are valoarea, în care:

δ = pătrunderea (cm);
ρ = rezistența specifică a materialului (Ω cm);
μ_r = permeabilitatea relativă a materialului;
f = frecvența curentului inductor (kHz).

Se vede de aci că densitatea de curent descrește repede spre interior după o lege exponențială, cu atât mai repede cu cât:

f este mai mare;
μ_r este mai mare;
ρ este mai mic.

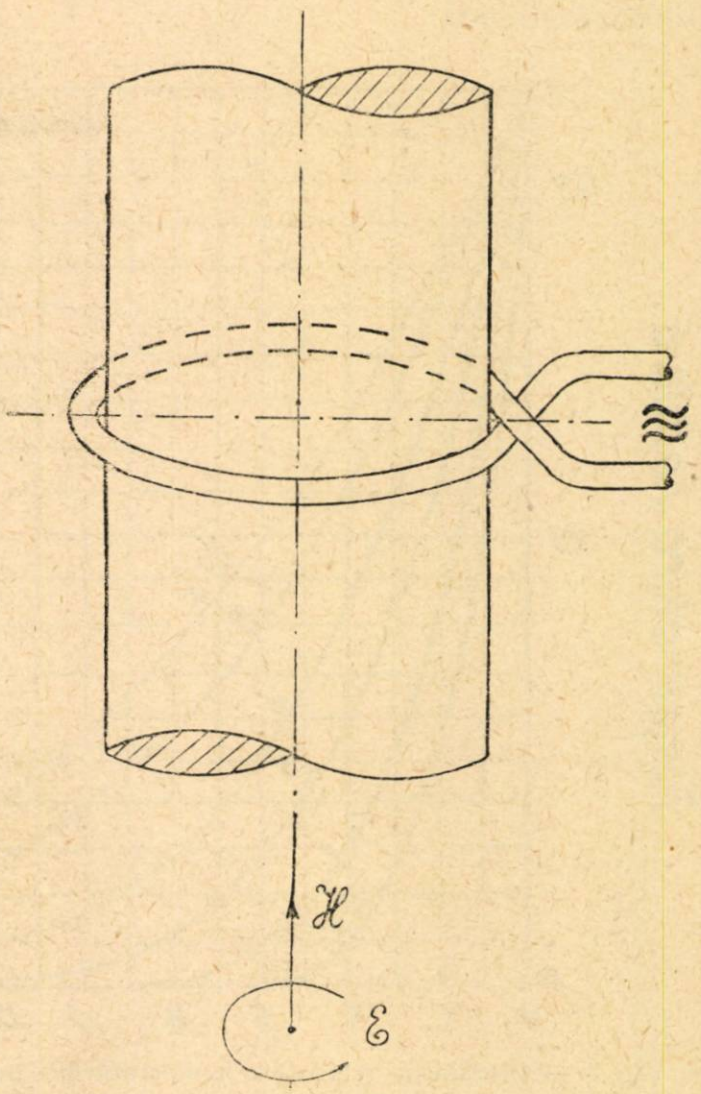


Fig. 1.

Rezultă că pentru un anumit material, dacă frecvența este destul de mare, curentul circulă

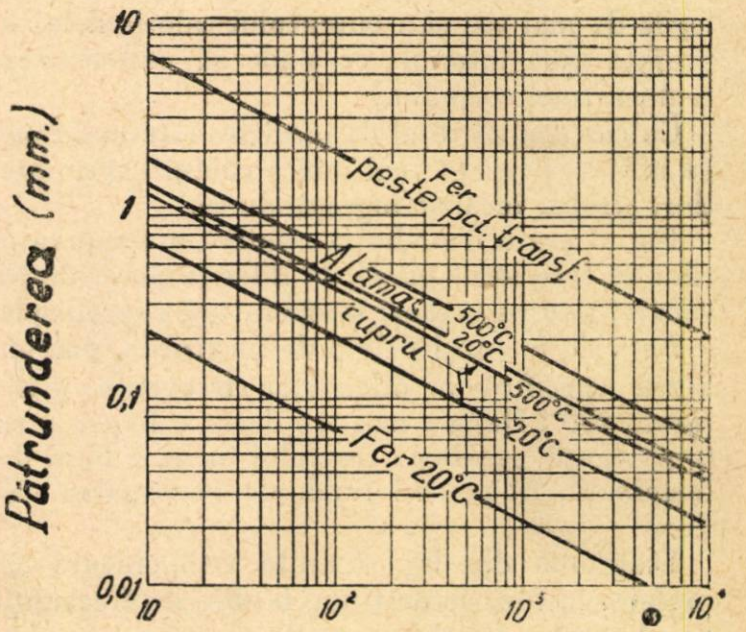


Fig. 2. — Pătrunderea la diferite materiale pentru diferite frecvențe.

într'un strat foarte subțire. Fig. 2 arată pătrunderea la diferite materiale pentru diferite frecvențe.

Puterea calorică desvoltată de curentul indus este proporţionlă cu patratul intensităţii, deci dacă intensitatea scade spre interior, cu atât mai repede scade puterea absorbită, deci şi căldura produsă.

Din calculele făcute rezultă că pe adâncimea de *pătrundere* (δ) se desvoltă 83% din puterea totală desvoltată.

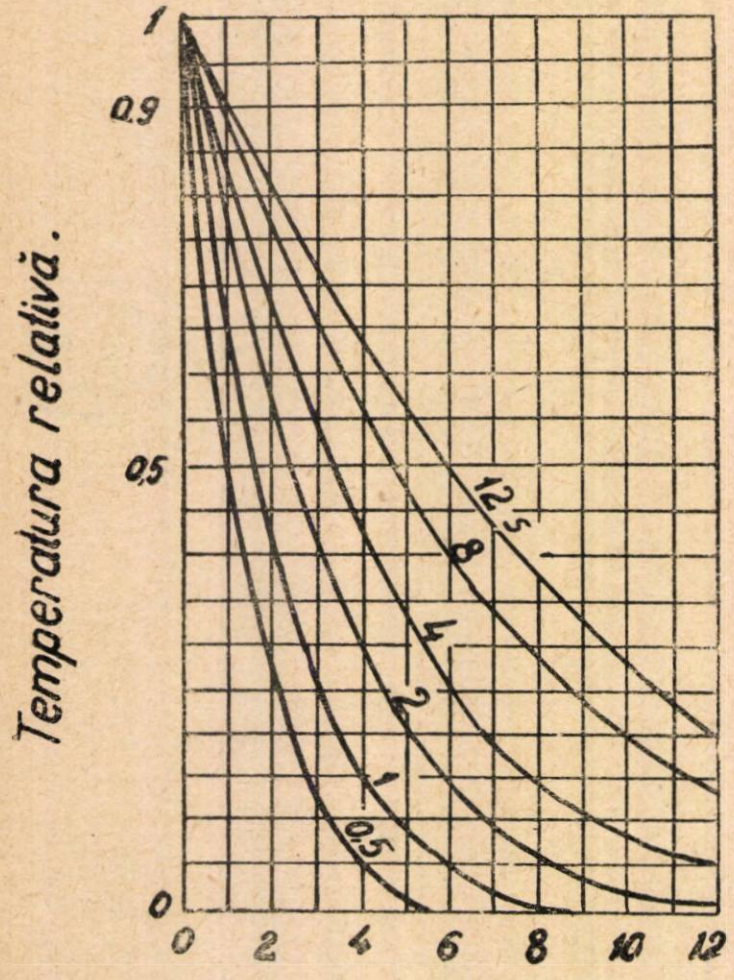


Fig. 3. — Distribuţia relativă a temperaturilor în adâncime la o bară de oţel, pentru diferite timpuri de încălzire.

Repartiţia temperaturilor în adâncime rezultă ca o consecinţă a desvoltării de căldură după legile de mai sus şi a curentului caloric dela suprafaţă spre interior, ce tinde să uniformizeze temperatura corpului.

Cu cât timpul total de încălzire este mai lung, cu atât se propagă mai multă căldură spre interior, stratul încălzit îngroşându-se.

Fig. 3 arată distribuţia relativă a temperaturilor în interiorul piesei, la diferiţi timpi de încălzire, pentru aceeaşi temperatură superficială.

Faţă de factorul « timp de încălzire », pătrunderea specifică a diferitelor frecvenţe înalte (peste 100 kHz) nu mai are decât o foarte mică importanţă, grosimea stratului încălzit fiind determinată, în primul rând, de propagarea căldurii.

Diagrama din fig. 4 arată temperatura suprafeţei în funcţie de timp, la diferite frecvenţe. Se observă mica diferenţă de temperatură obţinută utilizând frecvenţe între 100 kHz şi 5 000 kHz.

Bineînţeles că viteza de încălzire depinde de densitatea puterii pe care o aplicăm; cu cât puterea absorbită de bară pe unitatea de suprafaţă este mai mare, cu atât şi temperatura superficială se ridică mai repede, cu alte cuvinte,

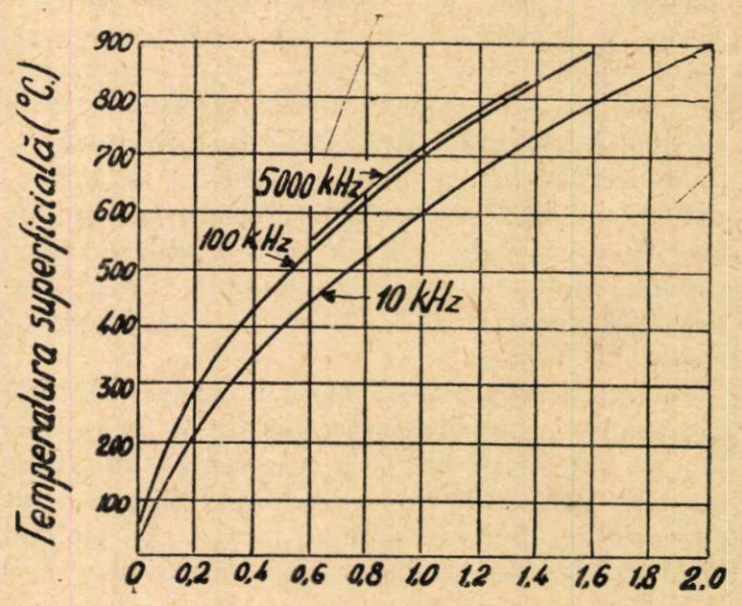


Fig. 4. — Temperatura superficială pentru diferite timpuri de încălzire la diferite frecvenţe (Densitatea puterii: 1 kW/cm²).

cu cât este mai mare densitatea de putere, cu atât suprafaţa atinge mai repede o anumită temperatură (fig. 5 şi fig. 6).

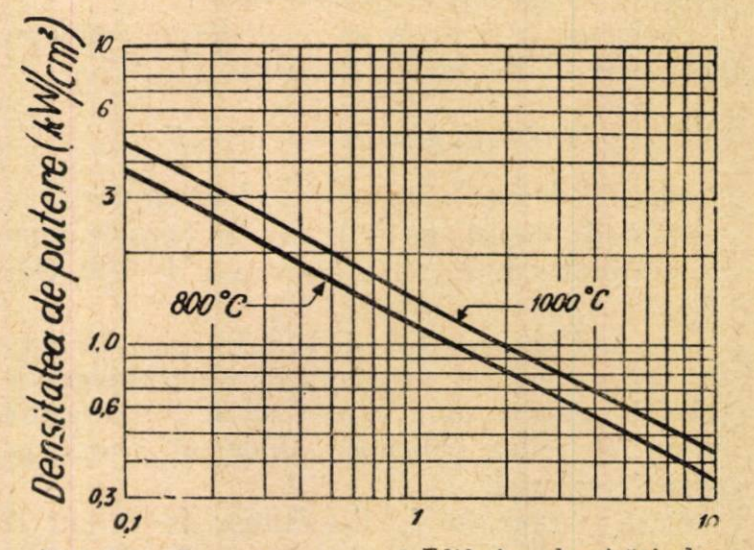


Fig. 5. — Timpul necesar, la diferite densităţi de putere, pentru a obţine temperatura superficială de 800 şi 1 000°, la o bară de oţel.

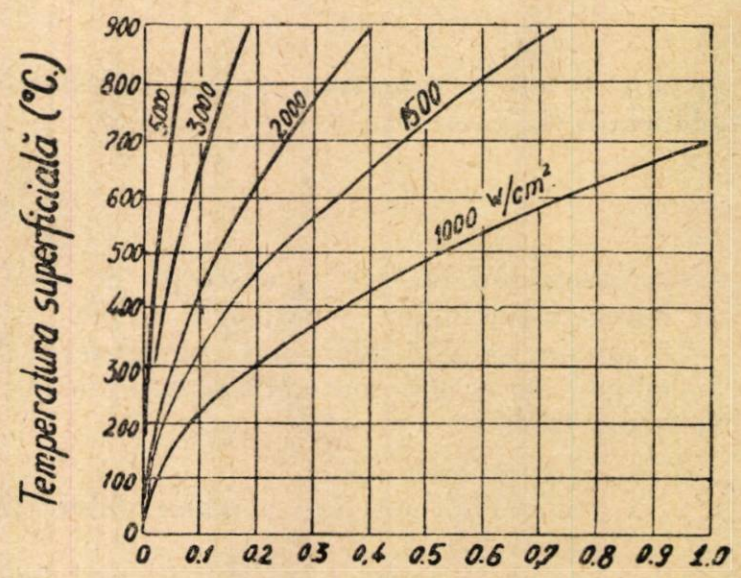


Fig. 6. — Temperatura superficial atinsă după diferite timpuri, la diferite densităţi de putere.

Descreşterea puterii atrage după sine lungirea în proporţii mari a timpului de încălzire. Din fig. 5 se vede că, dacă pentru a atinge 800° cu o densitate de putere de 1 kW/cm² sunt necesare 1,3 secunde, cu 0,5 kW/cm² trebue 5 secunde, iar cu 0,4 kW/cm², 8 secunde.

Din fig. 3 rezultă însă că, pentru timpii de încălzire mai mari de 1—2 secunde, nu mai poate fi vorba de un efect superficial, deoarece după două secunde, la 1 mm adâncime, temperatura atinge 80 % din temperatura suprafeţei.

Aşa dar, valoarea minimă ce se poate lua este de 0,75 kW/cm². Pentru straturi de călire foarte subţiri se ajunge până la 5 kW/cm². La densităţile de putere mari, timpul trebue să fie foarte scurt (fig. 6) pentru a nu se arde materialul.

Considerente electrice

Din punct de vedere electric, ansamblul format din spira indicatoare şi bara de oţel este identic cu un transformator în care secundarul este inelul format de stratul superficial al barei parcurs de curent, constituind o spiră în scurt-circuit, de selfinducţie *Ls* şi rezistenţă *Rs*, iar

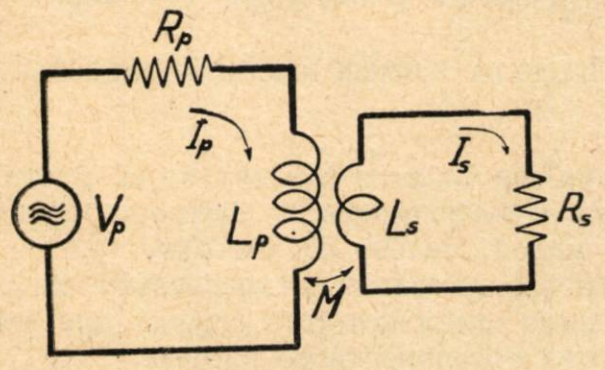


Fig. 7.

primarul, spira inductoare, de selfinducţie L_p şi rezistenţă R_p.

Intre cele două bobinaje există un cuplaj de inducţie mutuală M.

Generatorul dă o tensiune de înaltă frecvenţă V_p.

In cele două circuite există următoarele relaţii:

$$V_p = (R_p + j\,\omega\,L_p)\,I_p + j\,\omega\,M\,I_s$$
$$O = j\,\omega\,M\,I_p + (R_s + j\,\omega\,L_s)\,I_s \qquad (3)$$

şi eliminând pe I_s obţinem impedanţa la bornele generatorului:

$$Z_p = \frac{V_p}{I_p} = R_p + \frac{(\omega\,M)^2 R_s}{R_ş^2 + (\omega\,L_s)^2} + j\,\omega\left[L_p - \frac{(\omega\,M)^2\,L_s}{R_ş^2 + (\omega\,L_s)^2}\right] \qquad (4)$$

Se vede din partea reală a expresiei complexe a impedanţei, că rezistenţa aparentă a primarului, sub influenţa barei de oţel, se măreşte cu o cantitate:

$$\Delta\,R_p = \frac{(\omega\,M)^2\,R_s}{R_ş^2 + (\omega L_s)^2} \qquad (5)$$

iar din partea imaginară, că selfinducţia L_p a scăzut cu o cantitate:

$$\Delta\,L_p = \frac{(\omega\,M)^2\,L_s}{R_ş^2 + (\omega L_s)^2} \qquad (6)$$

Cu alte cuvinte secundarul (bara de oţel) se reflectă în primar prin rezistenţa $\Delta\,R_p$ şi selful $\Delta\,L_p$.

Puterea ce o desvoltă curentul I_p în elementul rezistiv din circuitul primar, este compusă din două părţi: una în R_p ce încălzeşte bobina inductoare pierzându-se inutil şi în alta în R_p, respectiv în bara de oţel încălzind-o util.

Să analizăm expresia lui $\Delta\,R_p$, elementul aparent, în care se desvoltă energia ce încălzeşte bara.

Dacă notăm:

$$\frac{L_s\,\omega}{R_s} = Q$$

Q = factorul de calitate al secundarului şi înlocuim în (5) obţinem:

$$\Delta\,R_p = \left(\frac{M}{L_s}\right)^2 R_s\,\frac{Q^2}{Q^2+1}$$

Deoarece Q este mult mai mare ca 1, în cazul nostru (aproximativ 20—30) şi ca atare Q_2 cu atât mai mult, aproximăm:

$$\frac{Q^2}{Q^2+1} = 1$$

aşa că expresia de mai sus devine:

$$\boxed{\Delta\,R_p = \left(\frac{M}{L_s}\right)^2 R_s} \qquad (7)$$

Randamentul circuitului de utilizare este raportul dintre puterea util desvoltată în bară şi puterea totală consumată din generator.

$$\left[\,\eta = \frac{\Delta R_p \cdot I_p^2}{(R_p + \Delta\,R_p)\,I_p^2} = \frac{\Delta\,R_p}{R_p + \Delta\,R_p}\,\right] \qquad (8)$$

Se vede de aci, că pentru ca randamentul să fie mare, trebue ca R_p să fie mic, iar $\Delta\,R_p$ mare.

Pentru a avea un R_p cât mai mic, spira inductoare se face din ţeavă de aramă cu conductibilitate electrică cât mai bună şi se răceşte prin circulaţie de apă în interior, deoarece ridicându-şi temperatura, rezistenţa ei ar creşte.

Pentru ca $\Delta\,R_p$ să fie cât mai mare trebue ca:

a) M (indicaţia mutuală) să fie cât mai mare. Se realizează printr'un cuplaj strâns între spira inductoare şi bară, prin apropierea cât mai mare a spiralei de bară. Acest element este de mare importanţă, având în vedere că $\Delta\,R_p$ variază cu M^2 (7).;

b) R_s să fie cât mai mare.

R_s este rezistenţa inelului în care circulă curentul indus în bară. Aceasta este proporţională cu rezistenţa specifică a materialului şi invers proporţională cu « pătrunderea ». Rezistenţa specifică a oţelului este mare (de 6 ori cât a cuprului),

iar « pătrunderea » mică din cauza permeabilității mari (2); deci *Rs* fiind mare, randamentul transmisiei spira-bară este mare.

Rezistența specifică la oțel variază mult cu temperatura, ajungând pentru o variație de 750° la aproximativ 300%. Mărindu-se rezistența specifică, randamentul crește cu temperatura. Este de remarcat că permeabilitatea relativă a oțelului, în cazurile de încălzire cu I. F., este scăzută din cauza câmpului magnetic ce se induce și care saturează materialul (20—100).

Peste punctul de transformare (aproximativ 725—750°) oțelul își pierde proprietățile magnetice $= 1$. Prin aceasta crește « pătrunderea » (2) se mărește deci secțiunea inelului, scade rezistența R_s și ca atare scade randamentul. De aceea, după acest punct încălzirea se face greu.

Deoarece R_p și ΔR_p variază ambii proporțional cu $\sqrt{f}$ rezultă că randamentul (8) este independent de frecvență.

In concluzie

1. Adâncimea de călire depinde, în primul rând, de viteza de încălzire, respectiv de densitatea de putere și, în mai mică măsură, de frecvență (am considerat cazul frecvențelor înalte, peste 100 kHz).

2. La încălziri cu densitate de putere mare și timp scurt, randamentul total energetic este ridicat.

3. Spira inductoare trebue să fie cât mai apropiată de piesa de încălzit, pentru a avea un bun randament de transmisie (0,5—1 mm).

4. Spira inductoare trebue să fie bine răcită.

5. Oțelul având rezistivitate electrică și permeabilitatea magnetică mare, se pretează bine a fi încălzit superficial cu I. F. (randament până la 90%).

6. Arama, alama, aluminiul, etc., având rezistență specifică și permeabilitate magnetică mică, nu se pretează bine a fi încălzite cu I. F. (randament scăzut).

7. Randamentul transmisiei la piesele de oțel crește cu încălzirea până la punctul de transformare (725—750°); peste acest punct scade brusc. Deci, peste punctul critic încălzirea se face greu.

8. Randamentul transmisiei spiră inductoare-piesă, este independent de frecvență.

In articolul viitor vom arăta aplicațiile practice, aparatura și avantajele economice.

ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ТОКАМИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ.

Резюме

Токи высокой частоты приобретают все большее и большее применение в промышленных процессах теплообработки стали.

В статье разрабатывается способ поверхностной закалки стальных деталей, который заключается в селективном нагреве поверхностей токами высокой частоты, заменяя таким образом цементацию.

Процесс поверхностной закалки применяется в СССР, где ему придается особенное значение, благодаря тому, что получается экономия в обработке и материалах по сравнению с цементацией, кроме того деталь сохраняет начальную упругость и не нуждается в последующей обработке.

Глубина закалки зависит от скорости нагрева, в зависимости от плотности мощности и в малой степени от частоты.

Даются указания относительно индуктирующего витка который служит для производства поверхностного нагрева.

Стали для которых преимущественно применяется поверхностная закалка благодаря большой магнитной проницаемости и высокому электрическому сопротивлению, имеют хороший к. п. д., по сравнению с цветными металлами.

Используя советский опыт поверхностная закалка получает в нашей стране практическое применение в широком масштабе.

DESPRE PRINCIPALELE REGULI DE CONSTRUCȚIE RAPIDĂ A CENTRALELOR TERMOELECTRICE[1)]

de ing. A. A. BOROVOI și V. A. ZAIDEL

Problemele mari, care în domeniul construcției centralelor termoelectrice stau în fața constructorilor energeticieni din Uniunea Sovietică pot fi rezolvate numai pe calea introducerii largi, în practica de construcție, a metodelor rapide de construcție a diferitelor elemente și a centralei electrice în întregime.

Pe lângă aceasta, nu este clar până în prezent în ce constă construcția complex rapidă a unei centrale termoelectrice, ce trebue să stea la baza desvoltării ei și care trebue să fie rezultatele ei concrete.

Tocmai pentru aceste chestiuni sunt expuse mai jos, sub formă sistematică, părerile celor mai mulți constructori și monteri referitoare la problemele de bază ale organizării construcțiilor rapide, o parte din ele fiind și în ziua de astăzi obiectul unor discuții aprinse.

Introducerea metodelor rapide de construcție are ca scop principal să reducă simțitor durata de construcție a centralelor termoelectrice și numărul lucrătorilor ocupați în construcție. Premizele de bază care asigură atingerea acestui scop sunt după cum se știe, următoarele:

1. Reducerea volumului lucrărilor principale de construcție și montaj, care se realizează prin efectuarea unei părți a lucrărilor din timp și nu pe locul de execuție a lucrărilor principale, și prin aceasta apropierea maximă a lucrărilor de construcție de cele de montaj.

2. Reducerea volumului construcțiilor temporare de pe șantier prin confecționarea în uzine specializate a tuturor pieselor și fabricatelor de serie necesare construcțiilor, a construcțiilor metalice și a utilajului, de asemenea prin folosirea la maximum în timpul construcției a clădirilor permanente de pe șantier și reducerea volumului lucrărilor de construcție a restului clădirilor temporare de pe șantier prin introducerea pe larg a construcțiilor temporare demontabile, ce fac parte din inventar.

3. Reducerea volumului construcțiilor de locuințe temporare, prin micșorarea numărului de lucrători folosiți în construcție, ca rezultat al micșorării volumului lucrărilor principale cât și pe calea unei largi întrebuințări a mecanizării și a noilor metode de executare a lucrărilor, de asemenea prin folosirea în timpul construcției a unei părți din personalul permanent. Reducerea volumului lucrărilor de construcție de locuințe pentru personalul temporar, prin introducerea pe larg a locuințelor demontabile.

4. O largă întrebuințare a noilor metode avansate în execuția lucrărilor și mecanizarea lor complexă cu ajutorul mașinilor și macaralelor moderne de înaltă productivitate.

Ultima din premizele indicate poate servi ca temă pentru un articol separat. Aici vor fi studiate numai problemele în legătură cu organizarea construcțiilor rapide.

Pregătirea pentru desfășurarea construcției.

Succesul construcției rapide depinde într'o mare măsură de organizarea modului de desfășurare a construcției.

Pentru asigurarea unei desfășurări rapide a construcției, pregătirea trebue începută cu cel puțin o jumătate de an înainte de organizarea ei. Chiar în această perioadă trebue să fie rezolvate în special problemele asigurării livrării de materiale pentru primul an de construcție, a utilajului și mecanismelor de construcție și în primele zile ale organizării lucrării a nu mai puțin de 25% din numărul necesar de locuințe demontabile, a sculelor de construcție, a salopetelor și a încălțămintei în proporție de 25% din nevoile numărului maxim de lucrători în primele trei luni de lucru, de asemenea să fie asigurată completarea mâinii de lucru în decursul primului sfert al perioadei de construcție și altele.

La organizarea șantierului trebue să pornim, de regulă, numai când avem aprobată poziția de plan și proiectul tehnic, totuși în unele cazuri, se poate organiza șantierul și înainte de aprobarea proiectului tehnic, când s'au elaborat în special pentru acest scop «considerațiunile» asupra organizării primelor lucrări de pregătire și devizele acestor lucrări.

Totuși, trebue neapărat să subliniem că, în ambele cazuri, în momentul organizării șantierului trebue să fie terminate cercetările și aprobate soluțiile asupra căilor ferate exterioare și a șoselelor de acces, să fie terminate cercetările amănunțite asupra materialelor de construcție locale și alese locurile de unde ele vor fi aduse, de asemenea să fie cercetate posibilitățile folosirii bazelor industriale, ale surselor de alimentare cu electricitate cu apă și a celorlalte resurse ale regiunii unde se face lucrarea.

Asigurarea lucrării cu documentația tehnică

Completarea la timp și fără întrerupere a documentației tehnice pentru partea de construcții de bază a realizării rapide a lucrării și poate fi asigurată numai pe calea unei largi întrebuințări a proiectelor-tip pentru clădiri și construcții, adaptându-le numai la condițiile și la solul construcțiilor concrete.

In aceste proiecte-tip trebue să fie prevăzută posibilitatea unei largi întrebuințări a industrializării și metodelor rapide de lucru. In special, trebue să fie prevăzute larga întrebuințare a construcțiilor demontabile, permițând simplificarea

[1)] «Electriceschie stanții» Nr. 5, Mai 1950, pag. 20—28.

celor mai anevoioase lucrări de construcţie prin montarea elementelor gata fabricate, asigurarea posibilităţii unei înalte trepte de mecanizare a tuturor felurilor de lucrări de construcţie şi montaj, posibilitatea montării construcţiilor metalice ale clădirilor şi ale construcţiilor în elemente mari şi blocuri, cu ajutorul mecanismelor puternice, şi prin, instalarea, în clădirile centralelor, a instalaţiilor de ridicat permanente sau temporare, necesare pentru montarea utilajului.

şi se termină odată cu sfârşirea construcţiei centralei pentru puterea ei întreagă. La sfârşitul perioadei finale, colectivul constructorilor trebue să-şi mute baza în mod treptat la o nouă centrală pentru executarea lucrărilor ei pregătitoare, până la venirea întregului colectiv; prin aceasta se realizează suprapunerea construcţiilor finale cu cele iniţiale.

Pornind dela durata de construcţie a centralelor electrice, fixată de către guvern, de 2—3 ani până la introducerea primului agregat, se dă în tabela 1 durata recomandată pentru diferitele perioade de construcţie, în condiţii climaterice medii (vezi graficul de pe fig. 1.).

TABELA 1

Puterea centralei, mii de kW	Numărul şi puterea turbinelor, mii de kW	Durata, luni				
		Perioada pregătitoare	Perioada lucrărilor principale de constr. şi montaj	Până la pornirea primului grup	Perioada finală	Intreaga constr.
300	3×100	16	18	34	12	46
100—200	4×25 sau 4×50	16	14	30	9	39
50—100	2×25 sau 2×50	12	12	24	6	30

Până în momentul organizării şantierului şi începutul pregătirii lucrărilor de construcţie trebue să fie aprobat, înafară de proiectul tehnic şi devizul general, un proiect tehnic de organizare a construcţiei.

Proiectele de lucru ale lucrărilor referitoare la diferite clădiri, construcţii şi feluri de lucrări, elaborate pe baza proiectului de organizare a construcţiei, prin folosirea largă a soluţiilor-tip, trebue să se termine cel mai târziu o lună înainte de începutul lucrării respective şi de începutul executării operaţiunilor corespunzătoare.

Pornind de aici, desenele de execuţie pentru fiecare lucrare trebue să fie livrate în întregime şantierului, inclusiv partea subpământeană, cel puţin cu trei luni înainte de începutul construcţiei sale.

Construcţia rapidă este de neconceput, fără o disciplină tehnologică riguroasă. De aceea urmează să se interzică categoric începerea construcţiei elementelor principale ale centralei fără proiectul de execuţii al lucrărilor, de asemenea şi abaterea dela proiectele indicate, fără aprobarea organizaţiei care a avizat proiectul.

Ordinea şi programul desfăşurării construcţiei

Graficul de timp al construcţiei rapide trebue să fie legea sa de bază. Pentru a-i da o mai mare claritate este indicat să se împartă construcţia centralei electrice în următoarele trei stadii:

1. Perioada pregătitoare care începe din momentul planificării volumului lucrărilor de construcţie şi montaj şi ţine până la începutul lucrărilor de construcţie a elementelor principale.

2. Perioada executării lucrărilor de bază de construcţie şi montaj, care ţine dela începutul lucrărilor de construcţie a elementelor principale şi se termină prin punerea în funcţiune a primului grup al centralei.

3. Perioada de terminare, care începe după punerea în funcţiune a primului grup al centralei

Lucrările perioadei pregătitoare

Perioada pregătitoare, este hotărîtoare prin importanţa ei, pentru construcţia rapidă, deoarece tocmai în această perioadă se pun bazele desfăşurării cu succes a construcţiei.

Perioada pregătitoare trebue să înceapă, de regulă, la începutul anului (la începutul primului trimestru sau a trimestrului II), pentruca să nu desfăşurăm lucrările principale de construcţie în timp de iarnă (fig. 1).

In decursul acestei perioade trebue să fie executate construcţia corpurilor temporare auxiliare, construcţiile de locuinţe şi cele de uz comun pentru cadrele de constructori şi monteri, construcţia instalaţiilor de alimentare cu electricitate şi apă construcţia căilor ferate şi a drumurilor, de asemenea clădirile bazei de producţie a construcţiei.

Până la începutul perioadei pregătitoare, se aduce pe şantier prima parte a mâinii de lucru (300 — 400 oameni), cu instrumentele de lucru şi barăcile încălzite pentru încartiruirea temporară a lucrărilor, clădirile pentru uz comun şi birourile, de asemenea o centrală electrică volantă cu o putere de 50 — 100 kW, 1—2 tractoare şi 10—15 automobile cu un atelier mecanic volant pentru reparaţii.

In caz că e posibil să se închirieze temporar, pe loc clădiri corespunzătoare existente, se înţelege că parcul de barăci nu se construeşte.

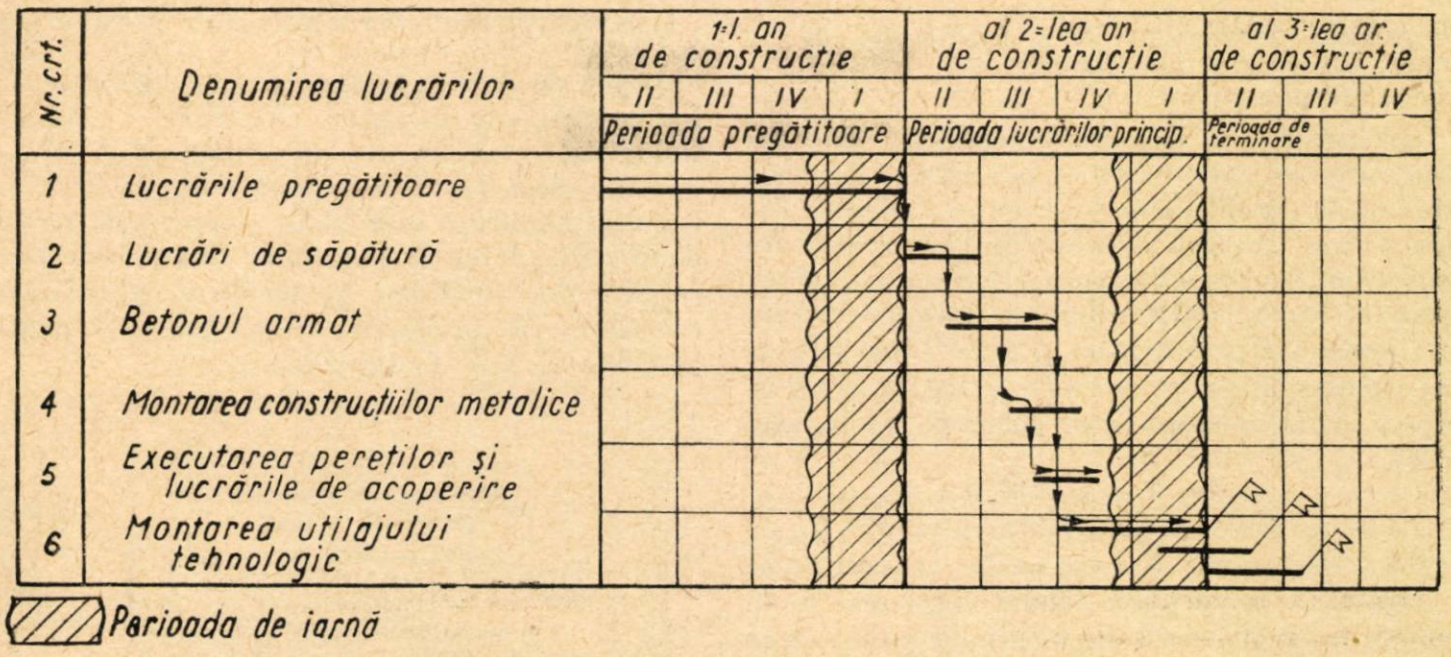
In prima etapă a perioadei pregătitoare (2—3 luni) trebue să se construiască depozite nu prea mari pentru primirea primelor transporturi de materiale şi drumurile de acces pentru aducerea materialelor, iar la sfârşitul acestor lucrări, trebue să se construiască exclusiv locuinţele şi

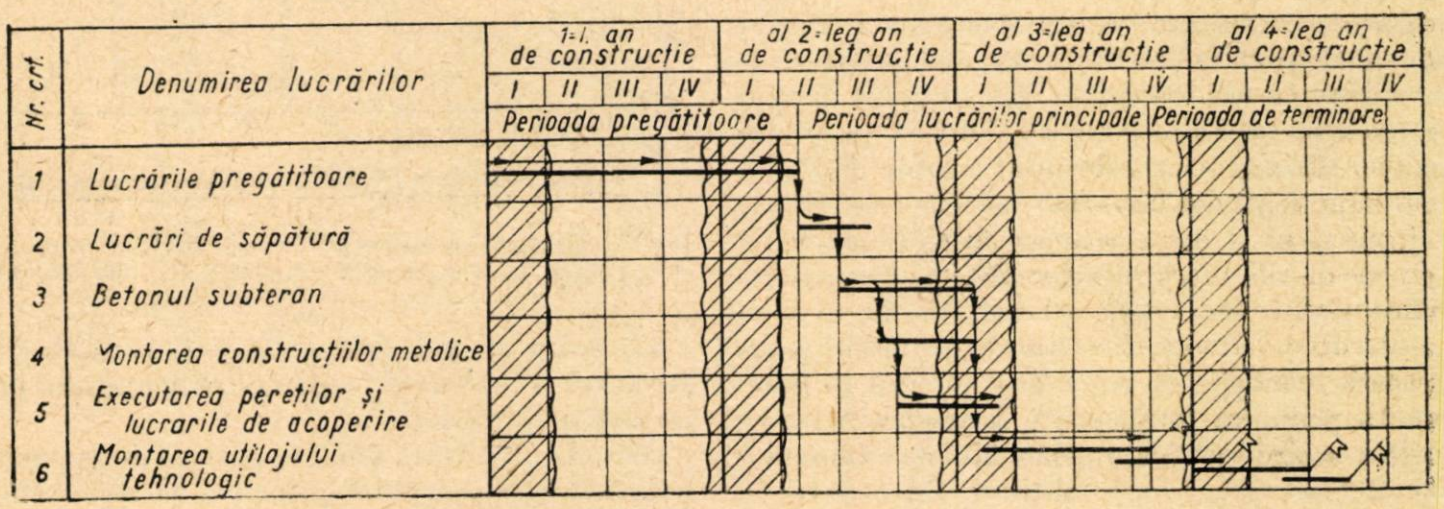
încăperile de uz comun pentru cadrele de constructori instalațiile de alimentare cu electricitate și apă, drumurile și căile ferate de intrare pe șantier.

In etapa a doua (4—6 luni), odată cu desfășurarea lucrărilor primei etape, trebue să se execute construcția tuturor clădirilor temporare și a clădirilor permanente care se utilizează pentru nevoile lucrării. In această perioadă se desfășoară de asemenea toate operațiile legate de pregătirea pentru condițiile de iarnă.

In etapa a treia (5—7 luni) trebue să se desfășoare construcția primei părți a locuințelor personalului permanent, executate din case demontabile standardizate și se termină toate clădirile de locuințe și încăperi de uz comun pentru cadrele de constructori și toate construcțiile temporare, cu excepția instalațiilor termice și de energie, a căror construcție poate fi executată înafara limitelor perioadei pregătitoare.

In scopul folosirii perioadei de iarnă a etapei a treia pentru construcția acelei părți a locuin-





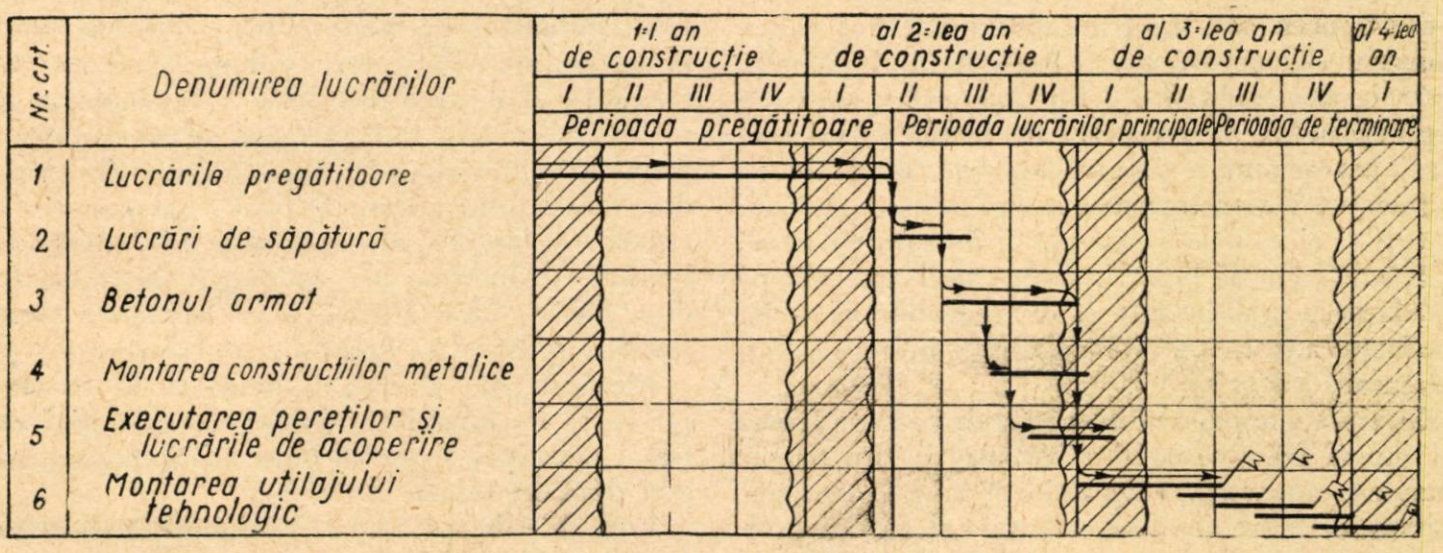


Fig. 1. Graficul de timp al construcției corpului principal al Centralei Electrice. *a)* putere 300 000 kW (3 × 100); *b)* putere 200 000 kW (4 × 50); *c)* putere 100 000 kW (2 × 50).

țelor pentru personalul permanent, indicate mai sus, lucrările subterane trebue începute neapărat cel mai târziu în luna August și terminate nu mai târziu de luna Noembrie a primului an de construcție. Construcția părții în elevație a locuințelor se face în timpul iernii.

Construcția locuințelor și a încăperilor de uz comun

Incartiruirea și deservirea cadrelor de constructori și monteri în perioada realizării lucrării, este una din problemele cele mai complicate, deoarece prin trecerea la durate de construcție din ce în ce mai scurte, maximumul graficului mișcării mâinii de lucru, pentru celelalte condiții neschimbate, crește, și prin urmare și necesitatea locuințelor pentru încartiruire crește și ea, în timp ce durata de folosire a cestor locuințe temporare scade.

O oarecare ușurare în rezolvarea acestei probleme poate fi atinsă prin folosirea pentru încartiruirea temporară a lucrătorilor, constructori și monteri și a corpului tehnic ingineresc a nu mai puțin de 40—45 % din locuințele permanente care trebue să fie terminate în acest scop până la începerea lucrărilor de construcție a clădirilor industriale principale. In scopul grăbirii construcției e bine ca această parte a locuințelor permanente să fie case din lemn cu două etaje, prefabricate, standardizate, de tipul caselor de locuit cu o suprafață de 250—300 m² și cu un singur etaj, cu unul și două apartamente. Construcția restului de 55—60 % din locuințele permanente trebue să fie terminată cel mai târziu, o lună înainte de punerea în funcțiune a primului grup. In aceste condiții, în momentul punerii în funcțiune a primului grup, poate fi asigurată încartiruirea a circa 80 % din personalul de exploatare (fig. 2), adevărat, în condițiuni, întrucâtva de restrângere, dar nu mai rele decât condițiile obișnuite pentru constructori, însă nu se pot ridica obiecțiuni deoarece peste 3—4 luni, după cum se vede din graficul din fig. 2. constructorii eliberează întreaga suprafață de locuit a personalului permanent, ocupat temporar de către ei.

Locuințele ce se construesc special pentru constructori și monteri, care pot fi folosite pe urmă și la următoarele lucrări, trebue să se execute pe cât posibil prefabricate și demontabile și să fie confecționate în uzine specializate în construcții de case.

Ca tip principal al unei astfel de case de locuit trebue să fie recomandat căminul cu un singur etaj, cu o suprafață de 500 m² bine amenajate asigurând bune condiții culturale și de trai pentru lucrători. Trebue să se interzică categoric construcția unor barăci temporare, prost amenajate, a bordeelor jumătate îngropate în pământ și altele.

E neapărată nevoie să subliniem că construcția și montarea rapidă a caselor pe șantier pot fi asigurate numai dacă ele sunt aduse la locul de montare într'o cantitate care să formeze o rezervă de o lună. In acest caz fiecare șantier trebue să primească casă de același tip, dela aceleași fabrici constructoare de case: construcția caselor trebue să se facă pe sectoare, după proiectul tip al construcției, iar nu în diverse locuri ale terenului destinat caselor de locuit.

Construcția clădirilor industriale permanente

Legea de bază a construcției rapide trebue să fie interzicerea începerii construcției clădirilor industriale permanente principale până în momentul când vor fi terminate: organizarea volumului lucrărilor stabilit în proiect, construcția drumurilor de acces și a căilor ferate exterioare, rețelele de canalizare și încălzire, planificarea terenului, cât și clădirile strict necesare pentru locuințe și cele de uz comun.

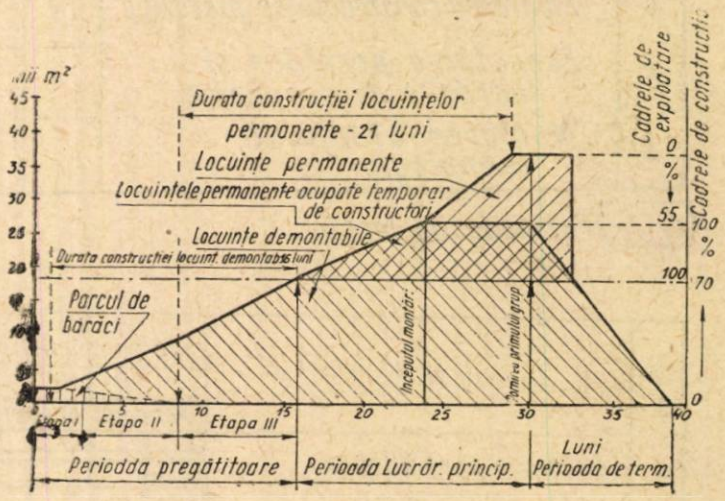


Fig. 2. Graficul construcției și distribuției suprafeții de locuințe la construcția centralei de 200 000 kW.

Corpul principal, de regulă, trebue să se construiască dintr'odată pentru întreaga putere proiectată a centralei.

Metoda practicată până în prezent de împărțire a construcției corpului principal în două etape succesive, duce inevitabil la o perturbare a mersului lucrărilor de construcție și montaj, fie că întrerupe începutul etapei a doua, când nu va fi terminat montajul utilajului tehnologic a primei etape, adică îndepărtează în mod simțitor termenul de începere a etapei a doua, fie că produce condițiuni anormale prin suprapunerea lucrărilor de montaj ale utilajului primei etape cu lucrările subterane ale etapei a doua ceea ce duce inevitabil la o însemnată amânare a termenului de punere în funcție a etapei întâia.

Plecând dela termenele stabilite în tabela 1 poate fi recomandată durata construcției corpului principal și montajului utilajului tehnologic, dată în tabela 2.

Lucrările de construcție și montaj la construcția corpului principal trebue să se facă prin metoda suprapunerii lucrărilor, desvoltând lucrările care să cuprindă toată lățimea clădirii cu direcția dela capătul constant către cel provizoriu.

Suprapunerea lucrărilor de construcție și montaj se atinge prin suprapunerea lucrărilor după natura lor (fig. 1). După cum se vede din grafice, lucrările de betonare a părții subterane se supra-

pun pe lucrările de săpături, după 1,5—2 luni după începerea lor.

Lucrările de montaj a profilelor metalice, (iar în cazul variantei construcţiilor din beton armat lucrările de montare a betonului armat pentru etajele în elevaţie) se suprapun peste lucrările de betonare a părţii subterane, peste două luni după începerea lor şi se fac paralel cu ele.

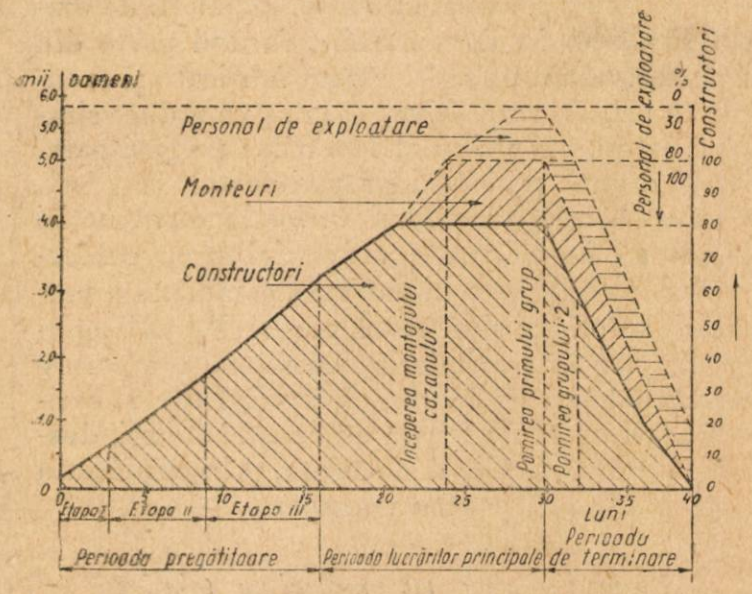


Fig. 3. Graficul mişcării personalului de construcţii şi exploatare (Centrala de 200 000 kW).

Lucrările de zidărie şi de acoperire încep o lună după începutul lucrărilor de montaj a profilelor metalice (sau a etajelor de beton armat în elevaţie) şi se fac împreună cu ele.

Montajul utilajului tehnologic trebue să înceapă, de regulă, numai în momentul terminării lucrărilor subterane dela sala cazanelor, adică din momentul obţinerii posibilităţii introducerii grupurilor instalaţiilor de cazane prin partea capătului provizoriu al sălii cazanelor, unde se află platforma de montare a grupurilor.

In condiţii de climă aspră, montajul utilajului tehnologic trebue să înceapă numai după acoperirea întregii clădiri sau cel puţin a porţiunii corespunzătoare cazanului şi turbinei.

Problema alegerii tipurilor principale de macarale pentru montaj în cazul suprapunerii construcţiei şi a montajului utilajului tehnologic iese din cadrul articolului de faţă deoarece necesită un studiu separat. Aci se poate menţiona numai că sunt două variante ce se concurează, pentru mecanizarea construcţiei părţii în elevaţie, a corpului principal şi a montajului agregatelor de cazane:

1. Pentru clădirea principală formată dintr'o construcţie metalică, în orice condiţiuni climaterice şi pentru clădirea principală din beton armat în condiţii climaterice aspre — montajul construcţiilor metalice principale se face printr'o macara turn, montajul agregatelor de cazane cu podul rulant al sălii cazanelor;

2. Pentru clădirea principală din beton armat în condiţii de climă dulce—montajul construcţiei metalice a clădirii se face cu macaraua portală cu braţe suplimentare, montajul cazanelor cu macaraua portală şi cu podul rulant.

Durata de construcţie a corpului principal, care este construcţia de bază a centralei, determină termenele de punere în exploatare a agregatelor. Termenele şi succesiunea construcţiei celorlalte clădiri permanente se stabilesc în graficul de timp în aşa fel încât să se asigure pornirea rapidă a primului turbo-agregat şi ca graficul mâinii de lucru şi al lucrărilor principale să fie uniform. In acest caz graficul mişcării mâinii de lucru (fig. 3), trebue să se desfăşoare în aşa fel încât numărul lucrătorilor să atingă la începutul perioadei lucrărilor principale — nu mai puţin de 65% din maximumul general, adică — aproximativ 85% maximumul lucrătorilor constructori şi la începutul lucrărilor de montaj al utilajului termo-mecanic — 100% din maximumul general.

După pornirea primului grup, trebue să înceapă scăderea mâinii de lucru până la 75% la pornirea celui de al doilea grup, ceea ce va permite, după cum s'a stabilit mai sus, folosirea temporară, pentru încartiruirea lucrătorilor-constructori a numai puţin de 40—45% din suprafaţa de locuit a clădirilor permanente.

TABELA 2

Puterea Centralei, mii kW	Durata construcţiei, luni		Durata montajului, luni		Intervalul între pornirile grupelor luni	Durata totală a construcţiei corpului principal luni
	Până la începerea montajului	Până la pornirea primului grup	Primul grup	Grupurile următoare		
300	9	18	9	6	4	30
100—200	8	14	6	4	2	22
50—100	6	12	6	4	2	16

Organizarea şantierului.

In cazul termenelor scurte de construcţie şi când lucrările principale de construcţie se desfăşoară strâns legate între ele, o importanţă deosebită o are planul general de construcţie, care trebue să se facă pe baza următoarelor reguli principale:

a) O eliberare maximă a teritoriului de exploatare al centralei de clădiri temporare;

b) Așezarea întreprinderilor auxiliare temporare ale construcției înafara teritoriului centralei având în vedere posibilitatea folosirii lor pentru nevoile altor construcții;

c) Delimitarea terenurilor ocupate de organizațiile de construcții de cele de montaj; amplasarea locului pentru montajul grupurilor de cazane la capătul provizoriu al corpului principal;

d) Așezarea clădirilor temporare, în așa fel încât să se folosească la maximum căile ferate permanente și drumurile pentru automobile cât și luarea în considerație a succesiunii construcției lor;

e) Construcția liniei ferate de intrare provizorie în partea capătului permanent al corpului principal pentru aducerea elementelor de construcție și a utilajului până când va fi terminat lucrarea subterană a sălii cazanelor.

Prezența unei astfel de linii va permite să începem montajul construcțiilor metalice ale corpului principal la 1,5—2 luni dela începerea betonării părții subterane, neașteptând terminarea lucrărilor subterane dela sala cazanelor, adică să micșorăm termenul de construcție a corpului principal, prin suprapunerea în timp a montajului construcțiilor metalice cu construcția subterană a sălii cazanelor

Caracteristicele și dimensiunile clădirilor auxiliare provizorii trebue stabilite pornind dela condițiile de maximă industrializare a construcței și de reducere a volumului construcțiilor temporare. Astfel, în special, construcțiile metalice, materialele pentru pereți (cărămidă, pietrele din sgură și beton) piesele din lemn fabricate în serie și cele prefabricate din beton armat și întregul utilaj ajutător termo-mecanic și tehnic, trebue să fie aduse la locul de construcție în forma definitivă.

Pe șantier se pot executa numai conductele de diametru până la 100 mm, piesele de lemn și de beton armat, ce nu se produc în serii, de asemenea betonul, mortarul și armătura.

La rezolvarea problemei atelierului de reparații a șefului mecanic al construcției, trebue să ținem seama că exploatarea parcului vehiculelor trebue să fie făcută de către centrele mașinilor de transport, iar reparația generală a vehiculelor trebue să fie făcută înafara șantierului în special a automobilelor — în atelierele regionale de reparații.

In cazul, când în regiunea în care se efectuează construcția, organizația construcției nu dispune de o bază industrială și trebue neapărat să construim ateliere pentru confecționarea utilajului și a pieselor de serie, indicate mai sus, aceste din urmă pot fi construite și în raza șantierului dar nu ca construcții temporare, ci ca o bază industrială a organizației de construcție.

Dintre clădirile permanente ale centralei, pentru nevoile construcției, este indicat să se folosească numai atelierul de transformatori cu instalații de ulei, depoul de pompieri, clădirile BOX, clădirea și rețeaua permanentă de apă și canalizare, de asemenea drumurile cu șine și fără șine și depoul de locomotive. Folosirea construcțiilor permanente ca: garajul, atelierul mecanic și altele nu este indicată, deoarece ele sunt necesare exploatării cu 1—2 luni înainte de pornirea primului grup.

Toate instalațiile principale temporare ale șantierului trebue construite, fie mobile pe cale ferată, (cazane, centrale electrice, instalații de oxigen și altele) fie demontabile, făcând parte din inventar, aduse pe șantier gata fabricate și montate în uzinele respective, ceea ce va reduce simțitor nu numai volumul lucrărilor pregătitoare, dar și durata perioadei pregătitoare.

In atelierele, uzinele și carierele construcției trebue să fie asigurate industrializarea confecționării pieselor și o mecanizare complexă a preparării betonului și mortarului și a obținerii agregatelor, iar întreprinderile auxiliare temporare cu volum mare de lucrări, în special toate carierele, trebue să fie legate cu construcțiile industriale și construcțiile de locuințe, prin cale ferată largă și îngustă pentru transport.

Aprovizionarea cu materiale tehnice

In condițiile termenelor scurte ale contrucțiilor rapide, o importanță hotărîtoare o are asigurarea lucrărilor cu materiale, profile metalice și utilaj. Cea mai mică întrerupere în aprovizionarea cu materiale sau utilaj, în cazul ritmului rapid va avea desigur o influență defavorabilă. De aceea fondurile pentru materiale necesare construcțiilor rapide trebue stabilite pornind de la norme ceva mai ridicate pentru rezerve.

Comenzile de profil metalice trebue să prevadă livrarea lor sub formă de părți întregi gata asamblate asigurând astfel desvoltarea montajului pe porțiuni întregi după cum e prevăzut în proiectul de organizare și, în special, în ceea ce privește corpul principal, să cuprindă întreaga sa lărgime, iar termenele de livrare trebue prevăzute în așa fel, încât să fie prezentă pe șantier în momentul începerii montajului fiecărei clădiri, minimum 50% din cantitatea întreagă de profile metalice. Restul profilelor metalice trebue să fie aduse pe șantier, cu cel puțin o lună înainte de asamblarea lor.

Utilajul tehnologic trebue să fie adus sub formă completă în mod continuu, cu o întrerupere de maximum două luni în perioada de livrare a diferitelor agregate de cazane în astfel de termene încât să se asigure prezența pe șantier a:

a) nu mai puțin de 80% din utilajul fiecărui grup de cazane cu 2 luni înainte de începerea montajului lui;

b) nu mai puțin de 80% din utilajul fiecărui turboagregat, cu o lună înaintea începerii montajului lui;

c) nu mai puțin de 70% din restul utilajului cu o lună înainte de începerea montajului agregatului respectiv.

Restul utilajului trebue să fie adus în timpul montajului și cu cel puțin o lună înainte de începerea montării lui.

STANDARDIZARE

INDICATORUL STANDARDELOR DE STAT

aprobate până la 31 Decemvrie 1950

Editura Comisiei de Stat a Standardizării

Lucrarea este de o deosebită importanță, deoarece pune la îndemâna oamenilor muncii, un mijloc ușor de a cunoaște Standardele de Stat aprobate în anul 1949 și 1950.

« Indicatorul » cuprinde o introducere și 6 capitole. In introducere se arată principiile care au stat la baza alcătuirii lui și modul cum trebue folosit.

Capitolele cuprind materialul tehnic al indicatorului după cum urmează:

Partea I-a. *Clasificarea alfa-numerică a Standardelor de Stat*

Comisia de Stat a Standardizării a adoptat pentru clasificarea standardelor, *clasificarea alfa-numerică*, împărțind domeniul de standardizare în *sectoare*, *grupe* și *subgrupe*, bine precizate după domeniul de producție și numai în cazuri speciale, după domeniul de consum.

Această clasificare a fost pusă la începutul « Indicatorului » pentru a obișnui pe tehnicienii care sunt chemați a aplica Standardele de Stat, cu regulile de clasificare a standardelor adoptate de C.S.S.

Partea a II-a. *Standarde de Stat aprobate în ordinea indiciilor de clasificare alfa-numerică.*

In această parte Standardele de Stat sunt angajate în ordinea indicelor de clasificare alfa-numerică, pe sectoare, grupe și subgrupe.

In interiorul subgrupelor, standardele sunt aranjate în ordinea alfabetică.

E de menționat că această parte este cea mai importantă din indicator, deoarece, standardele fiind grupate pe ramuri de producție, se poate vedea dintr'o singură privire ce s'a standardizat dintr'un anumit domeniu.

E de relevat faptul că la această parte, spre deosebire de Indicatorul din 1949, s'a trecut și data intrării în vigoare a fiecărui standard.

Partea a III-a. *Standarde de Stat aprobate, în ordinea numerică*

In această parte Standardele de Stat sunt aranjate în ordinea numerelor STAS-urilor.

Pe lângă numărul STAS-ului și denumirea lui, s'a mai prevăzut o rubrică a indicelui de clasificare alfa-numerică din partea II-a. Astfel cei care cunosc numărul unui standard, pe baza clasificării găsite în această parte, pot găsi în partea II-a toate standardele aprobate în acel domeniu.

Partea a IV-a. *Standarde de Stat aprobate, în ordinea alfabetică*

Această parte este un index alfabetic, care servește pentru găsirea standardelor care s'au aprobat într'un anumit domeniu.

Un obiect standardizat poate fi găsit în mai multe locuri, după denumirea cea mai probabilă, sub care poate fi căutat de cel interesat.

In această parte, pe lângă denumirea obiectului (nu a standardului), s'a trecut clasificarea lui alfa-numerică precum și pagina unde poate fi găsit în partea II-a, unde trebue căutat pentru a i se afla numărul, denumirea exactă și data intrării în vigoare.

Partea a V-a. *Standarde de Stat înlocuite*

In această parte sunt trecute Standardele de Stat aprobate în 1949, care au fost înlocuite cu alte Standarde de Stat aprobate în 1950.

Partea a VI-a. *Standarde de Stat retipărite*

In această parte sunt trecute Standardele de Stat care în cursul anului 1950 au fost retipărite în ediția II-a și chiar în ediția III-a.

* * *

Oamenii muncii găsesc în acest « Indicator », mijlocul de a se orienta cu ușurință în domeniul Standardelor de Stat, ceea ce va contribui în întreprinderi la justa aplicare a prescripțiilor de standardizare, și deci la îndeplinirea și depășirea primului nostru Plan Cincinal.

COMISIA DE STAT A STANDARDIZĂRII: « *Norme pentru executarea desenelor de standarde* »

După cum arată însuși titlul ei, lucrarea este destinată în primul rând organelor tehnice care au în sarcina lor elaborarea Standardelor de Stat. Din acest punct de vedere ea umple un gol realmente simțit în cadrul preocupărilor standardizării, constituind în fond o completare a broșurii N-rul 1, apărută în seria tehnică a Bibliotecii Standardizării și intitulată « Norme pentru redactarea standardelor ».

Modul însă în care este concepută lucrarea precum și distribuirea materiei în cuprinsul ei, dau lucrării posibilitatea de a fi întrebuințată cu folos de către toți cei interesați în problemele de desen industrial. In adevăr, ea cuprinde în amănunt nu numai normele fundamentale de desen apărute până în prezent în STAS dar și indicații, uneori destul de ample și în genere cât se poate de precise, asupra modului de aplicare a acestor norme, însoțind aproape de fiecare dată aceste indicații cu figuri demonstrative și exemplificări tipice.

Lucrarea cuprinde 3 părți distincte.

Partea a I-a tratează, bineînțeles că în limitele reduse fixate de cadrul restrâns al lucrării, *despre executarea graficelor*, dând indicații atât asupra așezării graficelor în cuprinsul standardelor cât și asupra executării lor (grosimi de linie, norme de inscripționare, etc.) și însoțind lămuririle de exemple.

Partea a II-a, care constitue însuși miezul lucrării, *conține indicații amănunțite cu privire la normele de desen industrial.*

In primul rând sunt expuse caracteristicele diferitelor sisteme de reprezentare, începând cu sistemul reprezentării în proiecție conică și terminând cu acela al reprezentării în proiecție ortogonală pe două sau mai multe planuri. Expunerea este însoțită de exemplificări sugestive care permit o ușoară privire de ansamblu asupra întregii probleme. In plus, pentru fiecare sistem de reprezentare, sunt arătate avantajele și domeniul de aplicare.

In capitolul următor se dau recomandări cu privire la alegerea poziției de prezentare a obiectelor și a planurilor de proiecție în cazul sistemului de reprezentare în proiecție ortogonală. De altfel, asupra acestui sistem se insistă în tot restul cuprinsului părții a doua a lucrării.

Problema secțiunilor este tratată în mod amplu și cât se poate de clar într'un capitol special.

Capitolul următor conține indicații cu privire la alegerea proiecțiilor. Numeroasele exemple date în acest capitol lămuresc întreagă această problemă.

Reprezentările parțiale sau combinate formează obiectul unei părți distincte, căreia îi urmează un capitol special destinat reprezentărilor convenționale. In acest capitol sunt indicate reprezentările convenționale (obișnuite, simplificate și schematice) ale găurilor netede și filetate, ale șuruburilor, piuliților și buloanelor, ale nituri-lor și nituirilor, ale angrenajelor și roților dințate, ale arcurilor și rulmenților precum și ale conductelor pentru fluide, ale fitingurilor, armăturilor și aparatelor pentru conducte și instalații. Tot în acest capitol sunt cuprinse și reprezentările schematice ale sudurilor.

Intr'un capitol special, intitulat « Poziția desenului în text », sunt indicate normele după care trebue așezate

desenele în cuprinsul textului unui standard, dând ca exemple reproduceri de STAS-uri.

Despre dimensiunile desenelor și reprezentările la scară tratează, pe scurt, două capitole speciale.

O deosebită extensiune se dă capitolelor privitoare la grosimile tipurilor de linie utilizate în desenul tehnic industrial. Pentru a ușura problema alegerii acestor grosimi se dau o serie de exemple care se armonizează într'o perfectă măsură cu explicațiile din text. Pentru măriri la scările 1,5: 1; 2:1; 2,5:1 și 3:1 sunt date tabele exemplificative ale întregei game de grosimi repartizată pe tipuri de linie.

Un capitol amplu este destinat în mod special normelor de cotare a desenelor, începând cu cotarea desenelor care reprezintă obiecte în proiecție oblică paralelă. Numeroase exemple, bine alese, constitue o reușită ilustrare a acestor norme.

După ce se tratează într'un capitol separat despre hașuri și culori convenționale, se trece la ultimul capitol al părții a II-a, care tratează, până în cele mai mici amănunte, problema inscripționării desenelor. Acest capitol este însoțit și de o tabelă exemplificativă a caracteristicelor de trasaj și de inscripționare pentru desenele care pe clișeu trebue să apară cu grosimea liniei de contur de 0,4 mm însă care se execută la scările mărite de 1,5:1; 2:1; 2,5:1; și 3:1.

In completarea acestui capitol sunt introduse 10 tabele cuprinzând semnele convenționale pentru scheme cinematice.

Partea a III-a a lucrării *este destinată normelor speciale de desen*, tratându-se în primul rând despre normele STAS pentru desenele de construcții.

Pentru desenele de mobilier, de uși și ferestre și de confecții sunt date doar câteva exemple, pentru a indica modul de distribuire a proiecțiilor precum și modul de cotare și de inscripționare.

Lucrarea, care conține 330 de pagini cu 530 de figuri constitue prima lucrare în acest gen apărută în literatura tehnică.

Ea este de un deosebit folos în special pentru desenatorii tehnici cărora le pune la îndemână, într'un ansamblu bine sistematizat, un material informativ în acord cu cele mai recente prescripții ale Standardelor de Stat.

STANDARDE DE STAT

aprobate de Comisia de Stat a Standardizării în luna Decemvrie 1950, interesând sectorul Electricitate

Numărul Standardului	Denumirea	Data intrării în vigoare
1785—50	Izolatori suporți pentru interior dela 1 până la 20 kV. Forme și dimensiuni	1.7.1951
1786—50	Izolatori de trecere pentru interior, dela 1 până la 20 kV. Forme și dimensiuni	1.7.1951
R 1832—50	Prescripții pentru construirea liniilor aeriene de energie electrică. Forțe exterioare	Recomandare
R 1833—50	Prescripții pentru construirea liniilor aeriene de energie electrică. Ipoteze pentru calculul conductorilor	Recomandare
1842—50	Desene tehnice. Instalații interioare de energie electrică. Semne convenționale	1.8.1951
1843—50	Desene tehnice. Linii de transport și distribuția de energie electrică. Semne convenționale	1.8.1951
1884—50	Cleme concentrice pentru conexiuni. Cleme drepte pentru bare rotunde de cupru. Formă și dimensiuni	1.8.1951
1885—50	Cleme concentrice pentru conexiuni. Cleme T pentru derivații pentru bare rotunde de cupru. Formă și dimensiuni	1.8.1951
1886—50	Cleme concentrice pentru conexiuni. Cleme piuliță pentru bare rotunde de cupru. Formă și dimensiuni	1.8.1951
1887—50	Cleme concentrice pentru conexiuni. Bucșe și piulițe pentru bare rotunde de cupru. Formă și dimensiuni	1.8.1951
1888—50	Stații de transformatoare aeriene. Cleme pentru conductori circulari de cupru 35 la 220 kV. Formă și dimensiuni	1.8.1951
1889—50	Cleme concentrice pentu conexiuni. Cleme papuc pentru bare rotunde de cupru. Formă și dimensiuni	1.8.1951
R 1890—50	Prescripții pentru construirea liniilor de energie electrică. Elemente geometrice ale liniei	Recomandare
R 1891—50	Prescripții pentru construirea liniilor de energie electrică. Izolatori, armături și legături	Recomandare
1892—50	Transformatori de sonerie	1.8.1951
1893—50	Mașini electrice rotative. Condiții generale	1.7.1951
1894—50	Ascensoare electrice. Prescripții pentru montaj	1.8.1951
1895—50	Ascensoare electrice. Clasificarea și condiții tehnice	1.8.1951
R 1953—50	Prescripții pentru construirea liniilor aeriene de energie electrică. Ipoteze pentru calculul stâlpilor	Recomandare

R E C E N Z I I

ASTAPOVICI G. H.: *Metodă pentru verificarea centrării la turbine.* (« Electricestvo » Nr. 1, Ianuarie 1950, pp. 45—46).

Grupurile turbo-generatoare Lyangstrom prezintă condiţiuni de centrare deosebit de dificile, datorită particularităţii lor de a avea două rotoare cu două discuri de palete, fiecare constituind partea activă pentru un sistem şi partea de ghidaj pentru celălalt. Centrajul devine astfel foarte important nu numai pentru fiecare arbore în parte, ci şi pentru fiecare în raport cu celălalt. Centrarea se controlează prin 4 indicatoare cu cadran, divizate în 0,01 de mm, fixate astfel pentru a arăta poziţia arborilor faţă de cutiile de distribuţie respective şi poziţia lor iniţială.

Din indicaţiile lor, înregistrate învârtind arborii din 1/8 în 1/8 a circumferinţei se stabileşte o diagramă vectorială, din care se deduce apoi, printr'o construcţie grafică, poziţia reală şi poziţia corectă a centrelor arborilor — la construirea diagramelor se ţine seama de corectura de adus din cauza deplasării poziţiei arborilor în mers, datorită pojghiţei de ulei din paliere.

RENNE V. T.: *Calculul rigidităţii electrice a hârtiei de condensator neîmpregnate.* («Electricestvo» Nr. 5, Mai 1950, pp. 16—18).

Teoriile anterioare, care consideră străpungerea hârtiei neînpregnate, fie ca un fenomen de străpungere în mediu gazos (aerul din pori), fie în mediu solid (structura reticulară a hârtiei), fie în sfârşit ca o legare în serie a celor două fenomene, sunt analizate în spirit critic, atât pe cale analitică, cât şi ca referire la cercetări experimentale. Admiţând ultima teorie şi în baza unei scheme echivalente simple pentru străpungerea succesivă în mediu solid şi gazos, se deduce relaţii simple între tensiunea aplicată unei probe de hârtie şi posibilitatea de străpungere, precum şi între rigiditatea electrică şi densitatea şi grosimea hârtiei neîmpregnate. Rămâne de urmărit în viitor aplicarea acestei teorii şi acestei metode de calcul şi în cazul hârtiei împregnate.

IAKUŞA G. B.: *Despre defectele de utilaj în partea electrică a unui sistem energetic.* (« Electricestvo » Nr. 1, Ianuarie 1950, pp. 42—44).

Incercarea unei statistici sistematice a defectelor apărute în partea electrică a unui sistem energetic, va ţine seama şi de urmările lor în scăderi corespunzătoare în producţia de energie. Materialul folosit este luat din exploatarea unui sistem alimentat de 4 mari uzini termo-electrice (alimentate cu praf de cărbune), cu o reţea de 35,110 şi 220 kW, însă fără reţea de cabluri, de asemenea fără distribuţie de energie calorică. Din totalul defectelor se arată repartiţia lor procentuală pe uzini, substaţii şi linii (atât în 1947 cât şi în 1948).

Urmează apoi tabela cu repartiţia procentuală pe categorii de defecte, precum şi cauze, care le-au provocat (din vina personalului, din cauza nefuncţionării releelor de protecţie, etc.). Indicaţiile procentuale pe categorii de defecte (în stator, în rotor, în paliere, în izolatoarele liniilor, la prizele transformatoarelor, etc.), sunt transformate şi în valori specifice (pe generator, pe transformator, pe 100 km linie, etc.).

In concluzie, se constată că majoritatea defectelor într'un sistem energetic sunt datorite utilajului electrotehnic. Considerat pe uzină termo-electrică, majoritatea defectelor revine sălii cazanelor, însă lipsa de producţie este datorată în special utilajului electrotehnic, iar aci statorului electromotoarelor (la nevoie, ventilatoare, pompe de alimentare, etc.). Defectele pot fi considerabil reduse prin cât mai multe automatizări (reanclanşare rapidă, racord antrenat de rezerve în serviciile auxiliare, regulatoare automate de tensiune, etc.).

SERDLOV P. M.: *Dispoziţia şi compunerea încăperilor de serviciu la marile uzine termo-electrice.* (« Electricestvo » Nr. 1, Ianuarie 1950, pp. 23—25).

O dispoziţie uzuală a încăperilor de serviciu la marile centrale termo-electrice, prevede aşezarea lor într'o aripă transversală dealungul sălii de cazane, bunkerilor şi sălii de maşini. Neajunsurile acestei dispoziţii (folosire neeficace a spaţiului prin coridoare lungi, luminositate redusă, pătrunderea în încăperi a prafului şi sgomotului din sălile de exploatare, piedici la aspiraţia aerului pentru ventilaţii, strică estetica ansamblului) pot fi evitate prin construcţii separate. Se indică patru variante pentru asemenea clădiri, legate de clădirea principală prin punţi de trecere, acoperite, aşezate la înălţimea de deservire a cazanelor şi turbinelor.

Felul şi mărimea încăperilor uzuale sunt indicate pentru două tipuri de uzini (50—115 MW şi 150—400 MW).

Tabele comparative între cele două posibilităţi (aripă transversală şi clădire independentă) arată economiile de spaţiu realizate în ultimul caz. Acestea mai prezintă şi avantaje în timpul construcţiei, lăsând un liber acces din toate părţile pentru aducerea utilajului şi materialului de construcţii la clădirea principală.

IMRE ERDÖS: *Rezultate a cinci ani de fabricare de maşini electrice.* (« Elektrotehnika », Nr. 7/1950).

Autorul expune într'un mod succint stadiul de desvoltare atins în R. P. Ungară de industria de maşini electrice în ultimii cinci ani. Sunt descrise noile serii de maşini electrice construite în această perioadă. Autorul se opreşte în special asupra soluţiilor constructive a câtorva maşini electrice şi a unor maşini speciale: motoarele de comandă pentru laminoare, grupele motor-generator Ward-Leonard, alternatori de 1000 Hz, alternatori cu turbine de apă, turbo-alternatori cu rotorul cu bobine încrucişate, maşinile noii locomotive cu convertizor de fază şi frecvenţă pentru căile ferate electrice principale, echipamentul motor Diesel-electric pentru trenuri, maşini pentru vapoare, etc.

In partea finală, articolul tratează problema referitoare la profilarea uzinelor, la desvoltarea noii serii uniforme de motoare, la fabricarea şi organizarea de uzini economice şi la controlul şi îmbunătăţirea calităţii produselor realizate în materie de maşini electrice în ultimii cinci ani.

MATIUHIN V. M.: *O clasificare de bază a maşinilor electrice.* (« Electricestvo », Nr. 3/1950, pp. 38—43).

In cadrul încercărilor de a concentra toate principiile de funcţionare a tuturor maşinilor electrice într'un sistem general simplu şi totodată cuprinzător, se propune, noua clasificare, caracterizată prin reducerea tuturor maşinilor la fenomenele lor de bază, referite la un sistem de axe fixe şi făcând abstracţie de toate detaliile de construcţie (ca spre exemplu felul circuitului magnetic, etc.). Intre axele fixe ale sistemului de referinţă se disting trei feluri de legături posibile: generatrice (adică producătoare de f. m. m.) transformatorice şi electrice (de legătură, fără alte efecte).

Făcând diversele combinaţii posibile între astfel de legături între axele fixe şi exprimând aceste legături prin formule simbolice, se ajunge la un tablou sinoptic, care cuprinde toate felurile de maşini (în c. c, asincrone, transformatori de frecvenţă, comutatrice, etc.). Metoda se remarcă prin generalitatea ei, cuprinzând şi maşini de categoria ampli- şi metadinelor, care nu puteau fi înglobate în alte sisteme similare de clasificare. Sistemul propus prezintă şi posibilităţi constructive, putând fi folosit ca punct de plecare pentru a concepe noi maşini electrice posibile.

PEVZNER O. B.: *Momente asincrone create de armonice superioare în electromotorul asincron.* («Elektricestvo», Nr. 3/1950, pp. 33—37).

Valoarea reală a cuplului de pornire şi frânare măsurată prin dinamometru diferă sensibil de valoarea calculată, chiar dacă sunt luate măsuri pentru eliminarea momentelor parazite sincrone. Trebue deci ţinut seama

de momente asincrone complimentare, provocate atât de diferențele de conductivitate în întrefier, cât și în special de f.m.m. de armonice superioare. In lipsa unei metode existente suficient de precisă și accesibilă în practică pentru a determina valorile care apar în acest fenomen, se propune un nou mod de calcul. Fără a cuprinde în întregime fenomenul, noua metodă calculează în baza unei scheme echivalente, pe cale analitică și geometrică (diagrame vectoriale) valoarea momentelor și glismentelor corespunzătoare. Calculul arată că momentul maximal datorit armonicelor provocate de dinți, variază cu pătratul intensității, măsurile luate pentru a reduce intensitatea de pornire la obținerea unor momente de pornire cât mai ridicate, contribue deci și indirect la creșterea acestui moment, prin micșorarea momentelor parazitare. Aceste momente parazitare fiind direct influențate de valoarea întrefierului, dimensionarea acestuia, va trebui să țină seama și de acest considerent, pe lângă alți factori privind numai rezistența mecanică.

LIUBIMOVA E. M.: *Repartiția bateriilor de acumulatori de tip staționar.* («Electriceskie Stanții» Nr. 1/1950, pp. 56).

In lipsa unei baterii de rezervă, reviziile anuale, însă în special reparațiile generale, prezintă dificultăți serioase. Reparațiile parțiale nu se pot face decât la 5—6 elemente de odată (la baterii de 120 V, resp. 1—10 la cele de 220 V), implicând astfel un timp îndelungat până vin toate elementele la rând. Se propune o baterie provizorie de 15—20 elemente, permițând scoaterea în reparație de 15—20 elemente și păstrând în acest timp tensiunea și capacitatea bateriei neschimbată. Timpul de reparație poate fi astfel redus cu 40%. Se propune de asemenea o baterie mobilă instalată pe autocamion, cu posibilitatea de a realiza conexiuni în serii și în paralel între elementele ei, complectată cu toate instalațiile de încărcare și de măsuri. Cheltuielile unei asemenea instalații pot fi repede recuperate din economiile de exploatare, datorită reparațiilor rapide a bateriilor staționare.

BUTKEVICI Iu. V.: *Stingerea arcului de întrerupere de curent alternativ în instalații de înaltă tensiune.* («Electricestvo» Nr. 3/1950, pag. 9).

Fenomenul de stingere este considerat atât în condiții naturale când alungirea arcului și condițiile nestabile ale arderii duc la o ionizare, care nu mai este suficientă, pentru a menține arcul, cât și la stingerea impusă, prin întreruperea vremelnică a tensiunii, aplicând metoda reanclanșării rapide. In primul caz se constată că stingerea naturală depinde în mod esențial de dispoziția și forma contactelor, se deduc formule pentru stabilirea valorilor critice a intensității și a lungimii de arc, pentru care gradientul de tensiune devine insuficient pentru menținerea ionizării.

Sunt considerate apoi condițiile de stingere la puneri la pământ monofazice, urmate de separația monofazică a părții defecte, deducând formule pentru aprecierea timpului de ionizare și de stingere.

Mai sunt necesare încă multe cercetări atât teoretice cât și experimentale, plecând în special dela analiza fenomenului fizic pentru a lămuri aceste probleme.

In trei anexe se desvoltă calculele matematice pentru stabilirea valorilor critice sus menționate, pentru cercetarea fenomenului de stingere din punct de vedere termo-dinamic și pentru stabilirea valorii tensiunii capacitive de restabilire a arcului.

I. SZABLYA: *Aplicațiunile materialelor magnetice speciale. Transductori.* («Electrotehnika», Budapesta, Nr. 4, Aprilie 1950, pp. 105—111).

Autorul studiază câteva aliaje magnetice fabricate în penultimul deceniu și care au o curbă de saturație frântă. Ele sunt folosite în aparatajul de măsură, de comandă și de reglaj. Aparatele construite cu astfel de materiale magnetice au fost numite transductori. Se studiază actualmente posibilitatea de introducere a lor în rețelele de înaltă tensiune.

Sunt arătate analizele și metodele de preparare ale câtorva din aceste materiale magnetice. Aliajul 50% Fe și 50% Ni este topit și turnat în vid, apoi supus unei temperaturi înalte în mediu de hidrogen pentru a se elimina complet carbonul și oxigenul (rămâne sub 0,01%). Se vălțuește la cald la 6 mm și la rece la 0,03—0,05 mm. Ultimul tratament termic durează două ore și se face la 1000—1150°.

Un alt aliaj format din 70% Ni, 22,4% Fe și 7% Co (7—70 Perminvar) dă, după tratament în câmp magnetic, o curbă de magnetizare frântă. In fine, fierul foarte curat, aliat cu 5% Si și răcit într'un câmp de 0,3 Oersted, este de asemenea un aliaj care are curba de magnetizare frântă.

Forma curbelor histeresis se poate influența prin eforturi mecanice, în special prin tracțiune.

Articolul arată apoi domeniul mare de aplicare a acestor materiale magnetice de mare permeabilitate, putând avea mari schimbări de flux fără a modifica practic curentul de magnetizare, pe de altă parte curentul putând varia brusc fără o variație apreciabilă a fluxului, se poate obține puncte de frângere în variația în timp a mărimilor electrice din circuit. Aceste calități fac materialul propriu pentru comandă, reglaj, etc.

Domeniul de utilizare al acestor materiale magnetice este împărțit în două sectoare: unele fără și altele cu premagnetizare prin curent continuu. Autorul desvoltă apoi instalațiile comandate prin c.c., numite «transductori» și dă o serie de scheme de conexiuni.

O grupă de transductori are excitația exterioară, excitația de reglaj fiind luată dela o priză a transformatorului; o a doua are autoexcitație, reglajul făcându-se de însuși circuitul principal; o a treia o formează transductorii cu excitație auxiliară.

Autorul dă ample indicații de utilizare a transductorilor: reglajul de tensiune al generatorilor de curent alternativ, instalații de semnalizare, etc. și scoate în relief avantajele lor: marea capacitate de reglaj, randamentul 80—90% și folosirea de curent de comandă foarte mic.

ASKINAZI B. M.: *Metoda eelctromecanică a tăierii metalului în timpul strunjirii fine.* («Promâșlenaia Energhetica», Nr 10/1950, p. 9).

Autorul, împreună cu un colectiv de tehnologi, maiștri și strungari-raționalizatori, a elaborat și introdus la uzina Kirov din Leningrad metoda electromecanică pentru tăierea metalelor.

La baza procesului de tăiere electromecanică stă principiul de folosire a două surse de căldură care acționează simultan: 1) căldura, formată în urma diformării și frecării rezultate în timpul îndepărtării șpanului; 2) căldura suplimentară, produsă de curentul electric în zona de tăiere.

Metoda electromecanică a încălzirii suplimentare a metalului determină creșterea durității și a fineții piesei ce se prelucrează.

Articolul dă detalii interesante: un curent de mare intensitate (0,5—0,10 kA) și de mică tensiune (câțiva volți) trece prin locul de contact al cuțitului cu șpanul și piesa. In timpul ridicării fine a șpanului, marea majoritate a căldurii suplimentare va fi degajată pe porțiunea circuitului cu rezistența cea mai mare, în locul contactului dintre cuțit și piesă, atât piesa cât și suportul cuțitului având o secțiune suficient de mare pentru a avea o rezistență mică.

Cuțitul are răcirea interioară, ceea ce asigură îndepărtarea căldurii dela vârful cuțitului: se mărește astfel stabilitatea lamei tăietoare și se exclude posibilitatea dilatării suportului.

Pentru o mai mare precizie a prelucrării, pentru un mai mic uzaj radial și pentru o suprafață minimă necesară a contactului dintre cuțit, piesă și șpan, cuțitul are o formă geometrică adecvată. Experiența arătând că în toate cazurile de prelucrare prin metoda electromecanică, are loc creșterea durității pieselor prelucrate, această metodă este aplicată cu mari avantaje la prelucrarea diferiților arbori unde finețea de șlefuire și duritatea mărită a suprafeței contribue la creșterea rezistenței piesei la uzură.

REVISTA REVISTELOR

ELEKTRICESKIE STANȚII
(Centrale Electrice)
Nr. 9, Sept. 1950

S u m a r

Articol de fond: Să se reducă continuu consumul de energie în serviciile auxiliare ale centralelor termoelectrice.

Guşcin A. I. şi Sarabov A. M.: Reconstrucția cazanelor cu mori tip Krämer arderea turbei frezate.

Gherasimov V. N., Kolesnik N. V.: Echilibrarea rotoarelor cu ajutorul aparatului sistem ing. Kolesnik.

Romin M. M.: Exploatarea sistemelor de eliminare hidraulică a cenușei cu ajutorul pompelor de baghere.

Beirah Z. I.: Automatizarea instalațiilor de reducție-răcire.

Gonciarov A. N.: Montarea rapidă a hidroagregatelor mari.

Mușatov T. P.: Regenerarea uleiului la transformatoarele în funcțiune.

Grek G. T.: Protecția de intensitate contra scurt circuitării la pământ a generatoarelor cu reductori de intensitate în faze.

Iurikov P. A.: Stabilitatea la supratensiuni atmosferice a liniilor electrice de transport de 110 kW.

Schimb de experiență de construcție și montaj

V. Z.: Producerea cimenturilor plastice prin metoda măcinării umede a sgurii.

* Despre fixarea terenurilor de loess.

A. P.: Din experiența construirii cartierelor de locuințe în serie

Fiedelman I. O.: Șablon pentru sudarea construcțiilor de cabluri.

Schimb de experiență de exploatare

Turcin N I.: Aplicarea ventilelor de siguranță de șoc la cazanele de înaltă presiune.

Avtonomov B. V.: Armătura forjată pentru aburul cu parametrii ridicații.

Gromov N. K.: Aplicarea graficului termic 150—70° C în rețelele termice din Moscova.

Ciulkov E. I.: Reconstrucția pompei de baghere.

Iacovleva N. N.: Din experiența punerii la punct a protecției contra scurtcircuitelor la pământ a generatoarelor sincrone

Leikfeld V. A. și Râțlin A M.: Utilizarea redresoarelor cu selen pentru anclanșarea automată dela distanță a întrerupătoarelor.

I. V: Protecția suplimentară a morilor tip Krämer, în contra suprasarcinei.

Bobovik L. I. ,Galperin M. L. și *Kuznețov A. G.:* Reconstrucția stâlpului metalic dintr'o linie electrică de transport de 110 kW sub tensiune

Gorstko A. K. și *Kutovenco G. P.:* Exploatarea cutiilor de cabluri de instalație exterioară, prevăzute cu țevi de aerare

C r o n i c a

In departamentul Tehnic al Ministerului.

Incercarea rotoarelor generatoarelor cu bandaje de sârmă la un număr ridicat de învârtituri.

Conferința cititorilor revistei « Elektriceskie Stanții » din Kiev.

E n e r g e t i c a în s t r ă i n ă t a t e

Echipamentul centralelor electrice engleze și americane A. P. Mihailov.

Cazanele de înaltă presiune cu supraîncălzitoare intermediare A. M. Stuțkii.

B i b l i o g r a f i e

Noi cărți în domeniul energetic.

Scrisoare către redacție de S. I. Ivianskii.

Nr. 10, Oct. 1950

S u m a r:

Articol de fond: Mărețele construcții ale comunismului.

Komisarov Iu. P.: Să se treacă perioada vârfului de sarcină din toamnă în iarnă.

Livșiț E. M.: Amplasarea suprafețelor dorsale de încălzire a agregatului de cazane și alegerea vitezei gazelor.

Suharev E. I.: Studiul și elaborarea metodelor de preluare a probelor de abur.

Asbukin Iu. O.: Echilibrarea dinamică a rotoarelor grele de bancul cu reazime de rostogolire.

Bondarenko I. M.: Mijloacele de raționalizare a construcției turnurilor de răcire din beton armat.

Egorâcev N. P.: Drenarea îndiguirilor decantatoarelor de cenușe.

Stratonov N. G. și *Ulițkii M. S.:* Funcționarea utilajului termic al centralelor electrice la scăderea frecvenței rețelei.

Sâromeatnikov I. A.: Influența frecvenței asupra caracteristicelor pompelor centrifuge.

Nazarov A. I.: Comportarea mecanismelor serviciilor auxiliare din centralele electrice la reducerea frecvenței.

Krikuncik A. B.: Răcirea electromotoarelor din serviciile auxiliare ale centralelor termoelectrice.

Lâsakovskii G. I.: Despre posibilitatea folosirii tensiunilor ridicate pentru încercarea izolației principale a înfășurărilor generatoarelor.

Havin N. Z.: Unele date asupra analizei accidentelor provocate de curentul electric în centralele și rețelele electrice, aparținând Ministerului Centralelor Electrice.

Schimb de Experiență de Construcție și Montaj

Oțlivnoi I. F. și *Turcin N. Ia.:* Folosirea soluțiilor clorurate la executarea lucrărilor de betonare pe timp de iarnă.

V. Z.: Grinzi cu zăbrele din oțel laminat profilat.

Smirnov V. F.: Clădirea fundației sub turbogenerator.

Schimb de experiență de Exploatare

Guleaev M. A.: Adaptarea construcției cazanelor pentru arderea țițeiului cu conținut ridicat de cenușe.

Linkvist B. A. și *Ratnikov E. F.:* Inlocuirea camerelor ondulate ale cazanului secționat.

Zaițev V. G.: Despre reducerea personalului aferent controlului de apă.

Makarin S. B.: Controlul funcționării elementelor de condensație.

Pazdnikov M. A.: Utilizarea sincronoscopului electromagnetic pentru determinarea grupei de conexiuni a înfășurărilor transformatorului trifazic.

Suslov O. V. Racordarea automată a alimentării de rezervă în substație.

Lukianov E. V.: Cazan încălzit prin inducție pentru fierberea compoziției de cablu.

Cronica

S. I.: Consfătuirea organizațiilor privind problemele de sudură.

A. Z.: Consfătuirea asupra problemelor de repartiție a echipamentului în centralele electrice.

Energetică în străinătate

Instalații mixte de turbine de aburi și gaz, prelucrare de S. F.

Lupta cu murdărirea suprafețelor condensatoarelor turbinelor cu abur în cazul răcirii lor cu apă de mare, prelucrare de I. I. Kvirin.

ELECTRICESTVO
(Electricitatea)
Nr. 9, Sept. 1950

S u m a r

Articol de fond: Măreața construcție a epocii staliniste

Kostenko M. P.: Model electrodinamic pentru studiul stabilității

Sisoian G. A.: Cuptorul electric, ca un consumator regulator în sistemul energetic.
Stepanov A. D.: Construcția de automotoare în ultimii 25 ani.
Lomazov D. B.: Măsurarea diferenței maxime de potențial în circuitele din șine ale transportului electrificat.
Leibovici E. A.: Interconectarea asimetrică a două motoare asincrone, cuplate mecanic.
Stukaciov A. V.: Despre unele probleme ale metodelor de calcul a generatoarelor de tensiune de șoc.
Frid E. S.: Calculul gradientelor de șoc în înfășurările transformatoarelor cu bobine multiple.
Snaghin V. T.: Prize protejate contra exploziilor pentru cablurile din minele de cărbune.
Ratgauz I. I.: Redresoare cu selen în ulei.
Karasev M. S., Foleev V. A. și *Ubeev V. B.* La problema existenței reversibilității descărcărilor electrice în instalațiile cu contacte vibrante
Rassovskii E. I.: Metoda mersului în gol și a scurtcircuitului în aplicație la studiul grafic al circuitelor trifazice.
Bogoliubov V. E.: Metoda grafică de calcul a fenomenelor transitorii în circuitul cu fier ținând seama de histeresis.
Rizkin A. A.: Despre o metodă de analiză a fenomenelor transitorii în cuadripolii linearii.
Ghinzburg S. A.: Teorema cuadripolului neliniar.
Mirenskii M. S.: Măsurarea puterilor mici de curent alternativ cu ajutorul ampermetrului.
Satelen M. A.: Lucrările lui B. S. Iakobi în domeniul măsurătorilor electrice.
Discuții
Regulile de amenajare a instalațiilor electrotehnice.
Conferința autorilor revistei « Electricestvo ».
Autoreferatele disertațiilor.
Despre medalia de aur A. S. Popov.
Vilciur L. M.: Cartea lui L. E. Ebin și S. A. Aluker, « Calculul electric al rețelelor, utilizând pământul în calitate de conductor de fază ».
Noi cărți asupra electricității, electrotehnicii și electroenergiei.

DIN ACTIVITATEA A.S.T.

Activitatea din ultimele luni în cercurile și resoartele din sectorul electric a fost determinată de Planul de Electrificare R.P.R. Filialele au început în mod organizat prelucrarea și popularizarea, prin conferințe și prelucrări cu tehnicienii, a prevederilor și sarcinilor Planului de Electrificare.

Așa de exemplu, la Filiala Prahova, Planul de Electrificare a fost prelucrat la toate subfilialele și la un mare număr de cercuri, pe baza unui program judicios întocmit în vederea acestei acțiuni.

Filiala Timișoara a organizat 35 conferințe pentru prelucrarea Planului de Electrificare. Deasemenea s'au mai ținut conferințe de popularizare în legătură cu electrificarea țării de către tehnicienii AST la diferite centre din regiunile respective la filialele Cluj, Constanța, Buzău, Sibiu și Sighișoara precum și la subfilialele Lugoj, Brăila și Târgoviște. In unele cazuri, acțiunea de popularizare a Planului de Electrificare, a fost dusă în colaborare și cu alte organizații de massă, cum este cazul filialei Galați care a organizat un ciclu de conferințe asupra electrificării în regiune, împreună cu SRSC.

Presa locală și Gazeta Tehnicianului au fost deasemenea utilizate de tehnicienii AST din filiale, pentru acțiunea de prelucrare și de popularizare a Planului de Electrificare a țării, prin articole, note și recenzii.

Unele unități AST au trecut depe acum la studierea posibilităților de electrificare cu mijloace și resurse locale precum și altor probleme legate de Planul de Electrificare. Astfel filiala Iași în afară de 14 conferințe de popularizare, a mai luat în studiu în resortul de electricitate următoarele probleme:

— Coroziunea cablurilor electrice subterane
— Folosirea combustibililor inferiori din regiune.

La filiala Sighișoara, cercul AST uzina Electrică s'a preocupat de asigurarea mersului fără întrerupere a instalațiilor electrice, iar filiala Galați a luat în studiu folosirea resurselor locale.

O altă preocupare demnă de subliniat a resoartelor de electricitate este aceea legată de raționalizarea consumului electric. Aceasta constitue o problemă locală de mare interes, prin natura ei, este specifică rostului și preocupărilor AST. Intr'adevăr soluționarea problemei implică colaborarea și concursul tuturor categoriilor de tehnicieni din localitate, care se realizează prin filiala respectivă. Până în prezent ne sunt cunoscute realizările dela filiala Brăila, care a luat în studiu aceste probleme și dela filiala Sibiu care a și soluționat-o în foarte scurt timp, concretizând rezultatele într'o conferință întitulată: Aplatizarea curbei de sarcini și raționalizarea energiei electrice.

Recomandăm tuturor filialelor care au asemenea probleme să le ia în studiu și să le soluționeze. Deasemenea filialele trebue să caute să sprijine formarea cadrelor de tehnicieni, capabili să mânuiască la perfecție mașinile și instalațiile.

Inițiativa luată de filiala Bârlad de a sprijini efectiv organizarea unui curs de calificare pentru electricieni se cere generalizată, căci numai prin asigurarea cadrelor se vor putea realiza importantele sarcini ce ne stau în față pentru îndeplinirea mărețului Plan de Electrificare și a primului nostru Cincinal.

EXPUNEREA
FĂCUTA DE TOV. MIRON CONSTANTINESCU IN MAREA ADUNARE NAŢIONALA ASUPRA LEGII PLANULUI CINCINAL DE DESVOLTARE A ECONOMIEI NAŢIONALE A R. P. R. (1951-1955)

TOVARĂŞI,

In lupta uriaşă dusă de forţele păcii, în frunte cu măreaţa Uniune Sovietică, împotriva aţâţătorilor la război, imperialiştii anglo-americani, Republica Populară Română constitue un factor activ al frontului păcii şi democraţiei. Desvoltarea economiei noastre pe drumul socialismului înseamnă nu numai întărirea noastră economică şi ridicarea nivelului de trai al poporului nostru, ci şi o contribuţie efectivă la întărirea frontului păcii.

Elaborarea şi trecerea la înfăptuirea primului nostru Plan Cincinal este rezultatul luptei eroice dusă de clasa muncitoare din ţara noastră, condusă de Partidul Comunist Român, pentru eliberarea sa de sub jugul exploatării, este rezultatul luptei şi activităţii tuturor oamenilor muncii din R. P. R., sub conducerea Partidului nostru, pentru făurirea unei vieţi îmbelşugate, culte şi fericite.

Trecerea la înfăptuirea primului nostru Plan Cincinal este un eveniment de mare însemnătate în viaţa şi lupta poporului nostru muncitor, este un prilej de mare bucurie pentru cei ce muncesc în patria noastră.

Au trecut şase ani dela data istorică a eliberării României de sub jugul imperialist de către glorioasa Armată Sovietică, când ţara noastră a dobândit adevărata sa independenţă naţională. Şi faptul că putem trece astăzi la realizarea primului nostru Plan Cincinal, se datoreşte în primul rând ajutorului continuu, neprecupeţit, frăţesc, pe care ni-l dă Marea Ţară a Socialismului învingător, Uniunea Republicilor Socialiste Sovietice, sub conducerea marelui geniu al omenirii muncitoare, învăţătorul şi îndrumătorul nostru în lupta pentru pace şi socialism, Iosif Visarionovici Stalin.

Planurile noastre anuale au fost planurile refacerii şi desvoltării industriei noastre pe drumul socialismului şi începutului de transformare socialistă a agriculturii.

Planul Cincinal al R. P. R., continuând opera începută în aceşti doi ani, înseamnă lărgirea şi ridicarea pe o treaptă nouă a economiei noastre socialiste, în condiţiunile luptei dintre sectorul socialist şi capitalist al economiei naţionale, fiind menit să asigure victoria sectorului socialist asupra sectorului capitalist în ţara noastră.

Planul Cincinal de desvoltare a economiei naţionale a R. P. R. pe 1951-1955 a fost întocmit pe baza principiilor şi directivelor stabilite de Biroul Politic al C.C. al P.M.R. în şedinţa sa din 13 Aprilie 1950.

Scurt bilanţ al celor două planuri anuale

Expunerea înfăţişează, în continuare, strălucitele realizări ale primilor doi ani de economie planificată, în care s'a început construirea bazei economice a socialismului.

Au fost investite 260 miliarde lei pentru desvoltarea economiei naţionale, pentru ridicarea nivelului material şi cultural al oamenilor muncii. Industria noastră, care este aproape în întregime socialistă, şi-a dublat producţia în doi ani de zile, realizând şi mari progrese tehnice în toate ramurile şi în special în industria construcţiilor de maşini, creaţie a regimului nostru de democraţie populară. In agricultură, ţărănimea muncitoare din propria-i voinţă liber exprimată a pornit sub îndrumarea Partidului şi cu ajutorul Statului pe drumul transformării socialiste a agriculturii, trasat de rezoluţia din 3—5 Martie 1949. Până azi au fost înfiinţate peste 1.000 gospodării agricole colective, ce deţin peste 220.000 ha. teren arabil. SMT-urile au ajuns la cifra de 138, deţinând împreună cu gospodăriile agricole de stat 9.900 tractoare şi peste 10.000 alte maşini agricole. S'au întărit şi desvoltat gospodăriile agricole de stat. In circulaţia mărfurilor, sectorul socialist, comerţul de stat şi cooperatist au obţinut succese însemnate în aprovizionarea oamenilor muncii dela oraşe şi sate, desvoltând schimbul dintre sat şi oraş. In domeniul transporturilor, traficul s'a mărit cu 30%.

A crescut nivelul de trai al oamenilor muncii prin aplicarea principiului retribuirii după muncă. Oamenii muncii au primit mai multe bunuri de consum şi au folosit din ce în ce mai mult mijloacele de ridicare a nivelului cultural, puse la îndemână prin grija Partidului şi Guvernului: ziare, cărţi, teatre, cinematograf, ateneee populare, etc. Posibilităţile de îngrijire a sănătăţii au crescut mult. S'au întărit şi consolidat moneta noastră naţională, întregul nostru sistem financiar.

Apoi expunerea trece la analiza critică a lipsurilor.

In munca de planificare şi de executare a planurilor economice constatăm încă unele lipsuri : în unele cazuri, neîncheierea şi nerespectarea contractelor economice, insuficienta atenţie dată creşterii productivităţii muncii, nesatisfăcătoarea normare a muncii în unele ramuri de producţie, neîndeplinirea sarcinilor de reducere a preţului de cost de către unele întreprinderi, nerespectarea peste tot a disciplinei de plan şi a disciplinei financiare, proasta gospodărire a unor întreprinderi. Duşmanul de clasă încearcă să folosească aceste lipsuri pentru a lovi

în desvoltarea economiei noastre şi în regimul de democraţie populară. Numai prin măsuri energice de îndreptare şi lichidare a acestor lipsuri vom sfărâma aceste încercări criminale ale duşmanului.

O lipsă importantă în activitatea economică în ultimii ani a constituit-o tendinţa unor întreprinderi de a realiza planul numai cantitativ, adesea în dauna calităţii produselor şi sortimentelor. Altă deficienţă a fost aceea a începerii unor lucrări de construcţii fără proiecte şi devize, a prelungirii executării şi a întârzierii punerii lor în funcţiune. Cauza acestor lipsuri constă în aceea că unii dintre conducătorii întreprinderilor, din directorii organizaţiilor noastre economice şi din cadrele responsabile din ministere nu s'au pătruns îndeajuns de importanţa respectării riguroase a sarcinilor şi obligaţiilor ce decurg din Legea Planului de Stat.

Unul din neajunsurile noastre principale în aceşti doi ani a fost insuficienta aprovizionare a oraşelor cu produse alimentare, datorită lipsurilor de organizare şi control în domeniul circulaţiei mărfurilor.

In aceşti doi ani de economie planificată sub conducerea Partidului Muncitoresc Român, clasa muncitoare din ţara noastră, în alianţă cu ţărănimea muncitoare şi ceilalţi oameni ai muncii, au obţinut prin muncă încordată şi stăruitoare o însemnată victorie. Astăzi s'au creat condiţiunile pentru a trece la înfăptuirea Planului Cincinal. Drumul spre socialism este deschis în faţa noastră şi păşim cu hotărîre pe acest drum, având ajutorul de nepreţuit al Marii Ţări a Socialismului biruitor, U.R.S.S., şi colaborând frăţeşte cu toate ţările de democraţie populară.

Sarcina fundamentală a Planului Cincinal al R. P. R.

Sarcina fundamentală a primului nostru Plan Cincinal este construirea bazei economice a socialismului în Republica Populară Română. Această sarcină fundamentală exprimă voinţa Partidului Muncitoresc Român, a clasei muncitoare, a întregului popor muncitor de a lichida exploatarea omului de către om în ţara noastră şi de a făuri orânduirea socialistă.

Ofensiva socialismului în ţara noastră se desfăşoară în condiţiunile ascuţirii luptei de clasă.

Deţinând posturile de comandă în economie, regimul nostru de democraţie populară organizează şi realizează înfrângerea elementelor capitaliste în economie realizează acea bază economică în care să fie nimicită exploatarea omului de către om.

Ocupându-se de problemele construcţiei socialiste, în raportul său din 7 Decembrie 1926, I. V. Stalin a arătat în mod genial în ce constă construirea bazelor socialismului :

„In ce constă esenţa economică şi baza economică a socialismului ?

A crea baza economică a socialismului, înseamnă a lega agricultura cu industria socialistă într'o singură economie unitară, a subordona agricultura conducerii industriei socialiste, a pune ordine în relaţiile dintre oraş şi sat pe baza schimbului de produse ale agriculturii şi industriei, a închide şi lichida toate acele canaluri, cu ajutorul cărora se nasc clasele şi se naşte, înainte de toate, capitalul, a crea, în fine, astfel de condiţiuni de producţie şi de repartiţie, care duc direct şi nemijlocit la desfiinţarea claselor".

Baza politică a socialismului, (deţinerea puterii politice de către clasa muncitoare, aliată cu ţărănimea muncitoare) există în Republica Populară Română şi se întăreşte pe zi ce trece. Statul de democraţie populară, îndeplinind cu succes funcţiunle dictaturii proletariatului, exercită funcţiunea de construire şi desvoltare a economiei socialiste în ţara noastră.

In R. P. R. avem o industrie socialistă în plină desvoltare, care a depăşit cu mult nivelul dinainte de război, dar agricultura noastră este încă o agricultură în care domină mica producţie de mărfuri, cu un nivel tehnic înapoiat.

Deşi sectorul socialist în agricultură se desvoltă — el nu reprezintă încă mai mult de 8,5% din întreaga agricultură. Există deci o contradicţie între industria socialistă şi agricultura noastră întemeiată pe mica producţie, această contradicţie trebue să fie lichidată prin transformarea socialistă a agriculturii. Vrem deci să construim o astfel de bază economică în care industria socialistă şi agricultura să fie legate într'o singură economie, subordonând agricultura conducerii industriei socialiste, stabilind astfel de relaţii între sat şi oraş pe baza schimbului de produse industriale şi agricole care să ducă la închiderea şi lichidarea acelor canaluri „cu ajutorul cărora se nasc clasele şi se naşte înainte de toate capitalul", care să ducă direct şi nemijlocit la desfiinţarea claselor. Acest proces nu se va încheia în primul Plan Cincinal, ci va continua şi în cel de al doilea Plan Cincinal.

Construirea socialismului în R. P. R. se înfăptueşte pe baza prieteniei veşnice şi a colaborării multilaterale cu marea Ţară a Socialismului învingător — U.R.S.S., pe baza colaborării şi amiciţiei cu ţările de democraţie populară.

Proectul Legii Planului Cincinal de Stat pentru desvoltarea economiei naţionale a R.P.R., prevede conform Hotărîrii Biroului Politic al C.C. al P.M.R:, luate în şedinţa din 13 Aprilie 1950, următoarea sarcină fundamentală :

Industrializarea socialistă a ţării, astfel ca la sfârşitul primului Plan Cincinal R. P. R. să devină o ţară cu o industrie socialistă desvoltată, cu o agricultură socialistă mecanizată în cea mai mare parte.

Sarcina primordială a Planului nostru Cincinal este de a desvolta industria socialistă şi în special industria construcţiei de maşini, industria grea, sub semnul rolului conducător al industriei socialiste în economie.

Industrializarea socialistă a ţării va constitui baza materială pentru consolidarea formelor socialiste de economie, pentru reconstrucţia tehnică a întregii economii, pentru transformarea socialistă a agriculturii, pentru îngrădirea şi înlăturarea apoi a elementelor capitaliste din economia noastră.

Conform planului de electrificare, aprobat pe baza raportului tovarăşului Gheorghe Gheorghiu-Dej de C.C. al P.M.R. şi de Consiliul de Miniştri, industria noastră energetică trebue să asigure furnizarea energiei necesare tuturor ramurilor industriale, agriculturii, transporturilor şi desvoltării vieţii culturale.

Creşterea volumului producţiei industriale, care va atinge nivelul de 244% în 1955 faţă de 1950, va avea drept rezultat creşterea şi întărirea rolului conducător al industriei în întreaga economie naţională.

In cursul Planului Cincinal se va înzestra în mare măsură industria noastră cu mijloacele înaintate ale tehnicii sovietice.

Se va crea o nouă proporţie — corespunzătoare economiei socialiste — între diversele ramuri de producţie industrială.

Astfel, în privinţa importantei corelaţii între desvoltarea industriei grele şi uşoare, centrul de greutate stă în desvoltarea industriei grele, dându-se în acelaş timp o mare atenţie industriei uşoare.

In ce priveşte corelaţia între industrie şi agricultură, cincinalul pune în aplicare învăţătura stalinistă :

„Lucrul principal constă în a construi socialismul împreună cu ţărănimea, neapărat împreună cu ţărănimea şi neapărat sub conducerea clasei muncitoare, deoarece conducerea clasei muncitoare este garanţia principală că această construcţie va urma calea spre socialism".

Sarcina fundamentală a primului nostru Plan Cincinal constă în trecerea treptată a micii gospodării ţărăneşti spre socialism pe calea creării de mari gospodării agricole colective, pe baza liberului consimţământ al ţărănimii muncitoare, astfel încât la sfârşitul cincinalului sectorul socialist să devină precumpănitor în agricultură.

In acest scop, trebue — în primul rând — înfăptuită desvoltarea reţelei de staţiuni de maşini şi tractoare, care are un rol principal în transformarea socialistă a agriculturii. Numărul S. M. T.-urilor va creşte de trei ori, iar parcul de tractoare de patru ori, atingând cifra de 31.000 tractoare.

Agricultura noastră îşi va ridica nivelul tehnic, fiind dotată cu maşinile agricole cele mai perfecţionate : combaine, secerători-legători, maşini de cules bumbacul, etc.

Gospodăriile agricole de Stat vor trebui să-şi îmbunătăţească foarte mult activitatea, dând o producţie de calitate superioară şi randament ridicat.

Prosperitatea ţărănimii muncitoare nu poate fi asigurată decât pe calea gospodăriilor colective, pe calea colectivizării în agricultură, aşa cum ne-a arătat experienţa Uniunii Sovietice. Belşugul, viaţa cultă şi fericită a ţărănimii noastre muncitoare nu se poate înfăptui decât prin transformarea socialistă a agriculturii.

Sarcina trasată prin Rezoluţia C.C. al P.M.R, din 3—5 Martie 1949 prin care se arată că socialismul nu poate fi clădit pe două baze diferite la oraş şi la sat, ci pe o singură bază socialistă sub cele două forme ale proprietăţii socialiste — de Stat şi cooperatist colectivă — va fi îndeplinită în mare măsură încă în cursul primului nostru Plan Cincinal.

Sarcina fundamentală constă în desvoltarea şi întărirea comerţului socialist, prin extinderea comerţului de stat şi cooperatist, precum şi prin încurajarea şi lărgirea comerţului gospodăriilor colective şi al ţăranilor colectivişti în vederea aprovizionării industriei cu materii prime, pentru aprovizionarea cât mai îmbelşugată a clasei muncitoare cu alimente, pentru asigurarea nevoilor populaţiei ţărăneşti cu produse industriale, lărgindu-se astfel schimbul dintre sat şi oraş şi întărindu-se alianţa dintre clasa muncitoare şi ţărănimea muncitoare.

Planul Cincinal dă o mare însemnătate desvoltării schimbului sat-oraş, creând condiţiile necesare pentru ca el să nu fie supus anarhiei pieţei capitaliste. Pentru aceasta, Planul Cincinal prevede o considerabilă creştere a sectorului socialist în circulaţia mărfurilor.

In lupta dintre sectorul socialist şi cel capitalist, problema legăturii dintre sat şi oraş are o însemnătate centrală. Schimbul de mărfuri între sat şi oraş este temelia economică a acestei legături şi a alianţei dintre clasa muncitoare şi ţărănimea muncitoare.

Legătura dntre sat şi oraş, legătura dintre industrie şi agricultură trebue să fie astfel realizată ca să asigure victoria socialismului în ţara noastră.

Statul de democraţie populară are şi un rol regulator al pieţii, fixând preţurile mărfurilor industriale şi reglementând şi controlând pe cele agricole.

In cursul Planului Cincinal, gospodăriile colective vor apare pe piaţă cu produsele ce le prisosesc, îmbunătăţind aprovizionarea populaţiei muncitoare din oraşe.

Pe calea întăririi sectorului socialist, a limitării şi eliminării elementelor capitaliste din domeniul schimbului dintre sat şi oraş, se va putea duce la îndeplinire sarcina de a pune ordine în raporturile dintre sat şi oraş, pe baza schimbului de produse agricole şi industriale — fără de care nu e posibilă construirea bazei economice a socialismului.

Sarcina fundamentală a Planului Cincinal constă în ridicarea permanentă a nivelului de trai, material şi cultural, al poporului muncitor: creşterea continuă a productivităţii muncii, înrădăcinarea tot mai adâncă a atitudinii socialiste faţă de muncă şi aplicarea din ce în ce mai largă a principiului socialist de retribuire după cantitatea şi calitatea muncii, astfel încât să se realizeze principiul socialist „dela fiecare după capacitatea sa, fiecăruia după munca sa".

„In Planul de Stat — arată tovarăşul Gh. Gheorghiu-Dej — există o legătură directă între creşterea forţelor de producţie, creşterea cantităţii de produse şi creşterea bunei stări a oamenilor muncii".

Pentru ca nivelul de trai, material şi cultural al poporului muncitor să se poată ridica, este nevoie de a realiza şi depăşi planul, de a mări producţia industrială şi agricolă, de a mări venitul naţional care să fie distribuit în conformitate cu interesele fundamentale ale celor ce muncesc.

In cursul Cincinalului, prin îndeplinirea riguroasă cantitativă şi calitativă şi prin depăşirea Planului, încordând forţele noastre, ale tuturor, ca să atingem acest ţel măreţ, vom putea înfăptui desfiinţarea treptată a cartelelor de alimente, îmbrăcăminte, încălţăminte etc., îmbunătăţind fundamental aprovizionarea oamenilor muncii.

Prin lupta şi munca poporului nostru, pentru îndeplinirea Planului Cincinal, nivelul de trai al oamenilor muncii va creşte cu 80% în 1955 faţă de 1950.

Sarcina fundamentală constă în justa repartiţie a forţelor de producţie pe întreg teritoriul Republicii.

Regimul burghezo-moşieresc a lăsat în înapoiere economică numeroase regiuni ale ţării noastre.

Statul democraţiei populare dimpotrivă urmăreşte desvoltarea armonioasă a tuturor regiuniior ţării, justa repartizare a forţelor de producţie pe întregul teritoriu al Republicii, construirea industriilor noi în regiunile înapoiate pe care burghezia le lăsase în părăsire şi ruină. In perioada Planului Cincinal, Moldova, Ardealul de Sud-Est, Maramureşul, Dobrogea, Oltenia şi altele vor înflori prin desvoltarea industriei şi agriculturii mecanizate.

Sarcina fundamentală a Planului Cincinal constă în realizarea condiţiilor tehnico-economice pentru întărirea capacităţii de apărare a ţării noastre, prin desvoltarea industriei socialiste şi în special a industriei grele, a transporturilor şi telecomunicaţiilor, etc.

Chezăşia independenţei noastre este prietenia veşnică şi de nesdruncinat cu puternica U.R.S.S,, în cadrul marelui lagăr al păcii şi democraţiei.

Investiţiile

Lărgirea şi întărirea continuă a sectorului socialist — reproducţia lărgită — nu se pot face fără investiţii masive, investiţii ce cresc an de an. Astfel, dacă în 1949 totalul investiţiilor a fost de 110 miliarde lei, în 1950 de cca 150 miliarde lei, în ultimul an al Cincinalului el va fi de cca. 320 miliarde lei. Proporţiile uriaşe pentru ţara noastră a acestor investiţii reies şi mai mult în evidenţă când ne gândim că în Cincinal, datorită investirii în întreaga economie a sumei de 1.330 miliarde lei, valoarea fondurilor de bază în industria socialistă aproape se va dubla.

Pentru a asigura ducerea la îndeplinire a sarcinei centrale a Planului Cincinal, industrializarea socialistă, se vor investi în industrie 684 miliarde lei, adică 51,4% din totalul investiţiilor, din care 560 miliarde lei în industria producătoare de mijloace de producţie şi 124 miliarde de lei în industria bunurilor de consum.

Deasemenea, pentru desvoltarea agriculturii pe drumul socialismului, în Planul Cincinal se prevăd investiţii totale în sumă de 136 miliarde lei, ce reprezintă 10% din totalul investiţiilor.

16,2% din totalul investiţiilor sunt destinate desvoltării transporturilor, în special a transportului feroviar.

Se vor construi linii ferate noi, se vor dubla liniile cele mai încărcate şi se va electrifica pentru prima oară o linie de cale ferată : linia Câmpina—Oraşul Stalin.

Peste 13% din totalul investiţiilor — 178 miliarde lei — sunt alocate în vederea numeroaselor construcţii şi aparataje necesare învăţământului de toate gradele, ocrotirii sănătăţii şi ridicării nivelului cultural al celor ce muncesc.

Mari investiţii se vor face pentru cercetări geologice, care vor lua o mare amploare pentru a se asigura cunoaşterea importantelor resurse petrolifere şi miniere de care dispunem şi a căror punere în valoare va permite desvoltarea nestânjenită a industriei prelucrătoare.

Pentru mărirea masivă a producţiei petrolifere, se vor desvolta vechile regiuni, se va pune în producţie noua regiune petroliferă din Moldova şi se vor construi rafinării pe baza tehnicii celei mai avansate şi cu marele ajutor şi aport al U.R.S.S.

Vor fi puternic desvoltate industria carboniferă şi a gazului metan prin deschiderea a numeroase mine noi, lărgirea şi mecanizarea celor existente şi prin construirea a 480 km de conducte de transport de gaze, cea mai importantă fiind marea conductă Ardeal-Moldova.

O mândrie a noastră o constitue marile lucrări de electrificare ce vor fi întreprinse pe tot cuprinsul ţării aşa cum este prevăzut în planul de electrificare.

Pentru a asigura cantităţile de fontă, oţel şi laminate necesare ţării noastre vom reconstrui Combinatele Siderurgice Hunedoara şi Sovrommetal Reşiţa şi va începe construcţia unui nou centru siderurgic. Se vor construi şi reconstrui 6 furnale de mare capacitate, 14 cuptoare S. M. şi se vor instala 6 laminoare noui, precum şi o fabrică de feroaliaje.

Pentru desvoltarea metalurgiei neferoase vor fi construite o uzină pentru hidrometalurgia zincului, un combinat de extracţie a aluminiului din bauxită şi o fabrică metalurgică.

O mare desvoltare va cunoaşte ramura construcţiilor de maşini.

Pentru aceasta noi vom avea — ca şi până acum — largul sprijin al Uniunii Sovietice. Uzinele Sovromtractor vor trece la producţia de mare serie a tractoarelor. Vom construi o mare fabrică de utilaj greu şi o fabrică de turbogeneratori, o fabrică de cabluri, precum şi o mare fabrică de rulmenţi şi una de echipament de frâne automate pentru vagoane. Vor fi reconstruite şi reînzestrate actualele întreprinderi, care vor fi specializate, ceeace va aduce după sine o creştere masivă a producţiei.

In industria chimică, se vor construi un mare combinat de acid sulfuric şi îngrăşăminte fosfatice, un combinat de îngrăşăminte azotoase, 3 fabrici de produse sodice, o mare fabrică de medicamente, precum şi fabrici de coloranţi, tananţi şi alte produse.

In ramura materialelor de construcţie vor intra în funcţiune 17 noi linii tehnologice de ciment, 10 fabrici de cherestea, 23 fabrici de cărămidă şi ţiglă, precum şi numeroase fabrici de alte materiale de construcţie.

Peste 120 miliarde lei sunt alocate desvoltării industriei bunurilor de consum şi produselor alimentare.

Se vor construi noui staţii de egrenare a bumbacului, 11 filaturi de bumbac, 3 fabrici integrate de lână, numeroase topitorii de in şi cânepă, 3 fabrici integrate de in şi cânepă, 2 filaturi de in, o mare ţesătorie de mătase precum şi o fabrică de piele şi încălţăminte cu o producţie de 2400000 perechi pe an. Totodată va fi construit un mare combinat pentru celuloză, fibre şi fire artificiale.

In industria alimentară, pe lângă lărgirea şi modernizarea fabricilor actuale, vor fi construite două noui fabrici de zahăr, 3 fabrici de paste făinoase, 2 fabrici de suc din fructe, 1 fabrică de praf de lapte, 15 staţiuni de pasteurizare a laptelui, 5 fabrici de pâine.

Va fi terminată măreaţa lucrare a Canalului Dunăre-Marea Neagră.

In Delta Dunării se vor executa importante lucrări de amenajări piscicole, agricole, amenajări pentru creşterea vitelor se vor construi fabrici de stufit şi va începe construirea unui combinat de celuloză pentru prelucrarea stufului.

Realizarea marelui volum al investiţiilor prevăzut în Planul Cincinal, va cere o puternică încordare a voinţei poporului nostru muncitor, a clasei noastre muncitoare, a tuturor inginerilor şi tehnicienilor, în faţa cărora se deschid uriaşe perspective de muncă şi creaţie.

O mare cinste, dar şi o mare răspundere vor reveni în special muncitorilor, tehnicienilor şi inginerilor constructori. O bună proiectare, o justă planificare a construcţiilor, buna organizare a şantierelor, o execuţie rapidă şi ca urmare un preţ de cost scăzut al construcţiilor sunt condiţii însemnate ale îndeplinirii acestei măreţe sarcini.

O parte însemnată din volumul construcţiilor va trebui să fie realizată de întreprinderile de construcţii ale Sfaturilor Populare folosind în special resursele locale de materiale de construcţie.

Acestea sunt rezultatele muncii poporului nostru până acum, aceasta este perspectiva investiţiilor noastre în decursul Cincinalului.

Diametral opusă este situaţia ţării în care conducerea a fost acaparată de banda de complici şi agenţi direcţi ai imperialiştilor americani şi englezi, banda de spioni şi ucigaşi Tito-Rankovici.

Crahul aşa zisului plan economic al Iugoslaviei nu poate fi ascuns de toate acrobaţiile retorice ale valeţilor americanilor, Pjade, Djilas, Kardely, Bebler. El este confirmat de declaraţiile patronului lor, Truman, care pentru a obţine dela Congresul american un credit pentru banda lui Tito a arătat el însuşi situaţia economică dezastruoasă a Iugoslaviei.

Dar poporul iugoslav cunoaşte calea salvării sale, calea luptei împotriva bandei lui Tito, a pedepsirii ei după fapte, calea reîntoarcerii în frontul democraţiei şi socialismului.

Producţia Industrială

Tov. Miron Constantinescu analizează apoi trăsăturile desvoltării industriei noastre socialiste concretizată în următoarele cifre la care va ajunge producţia industrială în 1955.

Producţia globală industrială va atinge un nivel de de 244% faţă de 1950, fiind de peste cinci ori mai mare ca în 1938.

In domeniul electrificării se vor instala 1.000.000 kW, din care un sfert în uzine hidroelectrice şi se vor produce de cinci ori mai multe motoare electrice şi de aproape patru ori mai mulţi transformatori ca în 1950. Producţia de ţiţei va creşte la 10.000.000 tone, adică 115% faţă de 1936, iar consumul de gaz metan va fi de 2,2 ori mai mare ca în 1950 şi de 13 ori ca în 1938. Producţia de cărbuni va fi de 8,5 milioane tone, adică de 3,3 ori mai mare decât înainte de război.

In siderurgie în 1955 se va produce: 700.000 tone cocs metalurgic (de 8 ori mai mult ca în 1938), 740.000 tone minereu de fier (de 5,3 ori mai mult ca în 1938), 800.000 tone fontă, 1,252.000 tone oţel (450% faţă de 1938), 828.000 t laminate (260% faţă de 1938), 190.000 tone ţevi (aproape nimic în 1938).

Producţia globală în industria construcţiilor de maşini va fi în 1955, 216% faţă de 1950. Se va produce utilajul necesar industriei extractive, 21.000 tractoare, precum şi alte maşini agricole perfecţionate, maşini unelte, motoare termice, mijloace de transport. Se vor produce maşini care până în prezent nu s'au fabricat încă la noi în ţară ca: turbine de apă şi aburi, strunguri rapide, maşini de frezat şi rectificat, haveuze, combaine autopropulsate maşini de cardat, remorchere şi cargoboturi, trolleybuze şi altele.

Producţia globală a industriei chimice va fi de 264% faţă de 1950, iar cea de medicamente va creşte de două ori. Producţia de îngrăşăminte chimice va fi de 18 ori mai mare ca în 1950.

Producţia de ciment va fi de două ori mai mare ca în 1950 şi de cinci ori mai mare ca în 1938.

Industria uşoară va da de aproape trei ori mai multe ţesături de bumbac şi de lână; de peste patru ori mai multe ţesături de in şi cânepă, de 3,3 ori ţesături mătase, de 2,2 ori mai multă încălţăminte.

Industria locală şi cooperaţia de producţie vor fi sprijinite, astfel ca să producă de cca. 3 ori mai mult ca în 1950.

Agricultura şi Silvicultura

In 1955 sectorul socialist va deveni precumpănitor şi va da cea mai mare parte a producţiei de cereale panificabile, bumbac sfeclă de zahăr, furaje. Numărul S. M. T.-urilor va ajunge în 1955 la 428 şi ele vor dispune de 23600 tractoare, 9000 semănătoare, 6000 batoze, 1000 combaine, etc. Gospodăriile agricole de Stat vor atinge un înalt nivel agrotehnic dând pe lângă o producţie însemnată şi necesarul de seminţe de soi, reproducători de rasă, ca şi materialul săditor, horticol şi viticol.

Se va crea o puternică bază cerealieră şi va fi extinsă creşterea plantelor industriale. Va creşte mult randamentul la hectar în special la principalele culturi. Cultura bumbacului se va face pe o suprafaţă de 300000 ha din care 40000 irigat, dând o producţie de 7 ori mai mare ca în 1950. Se va crea o bază furajeră puternică prin mărirea suprafeţei cultivate cu plante de nutreţ dela 865000 ha la 1243700 ha, înlocuindu-se plantele furajere anuale, calitativ inferioare, cu plante furajere perene.

Soiurile superioare de animale vor înlocui treptat pe cele inferioare: numărul oilor cu lână fină va fi în 1955 50% din total, iar al vacilor cu lapte 71%. Aceasta va permite creşterea cantităţii de carne la 700000 tone, a laptelui la 19,3 milioane hl.

In silvicultură se va continua acţiunea de refacere a pădurilor, împădurindu-se 400000 ha şi consolidându-se 40000 ha terenuri degradate.

Productivitatea muncii

In 1955 productivitatea muncii în industrie va fi cu 75% mai ridicată decât în anul 1950.

Institutele de cercetări tehnico-ştiintifice ale Departamentelor vor primi ca investiţii 7 miliarde lei, iar Institutele Academiei R.P.R. 4.5 miliarde lei.

Odată cu creşterea şi desvoltarea întrecerii socialiste va fi sprijinită mişcarea inovatorilor şi raţionalizatorilor, urmând în acest domeniu exemplul glorios al mişcării stahanoviste.

Venitul naţional şi nivelul de trai

In anul 1955 venitul naţional al R. P. R. se va ridica până la 190% faţă de 1938.

Numărul muncitorilor, tehnicienilor şi funcţionarilor va fi în 1955 de 3000000, clasa muncitoare va creşte cu 570000 oameni, întărind baza socială a regimului nostru de democraţie populară

Fondul de salarii va atinge 310 miliarde lei în 1955, adică va creşte cu 66% faţă de 1950.

Invăţământ, cultură, sănătate

In cursul Planului Cincinal, analfabetismul va fi complet lichidat.

Numărul total al elevilor şi studenţilor va fi în 1955 de 2133000 creându-se condiţiile necesare pentru ca fiii si fiicele oamenilor muncii să poată învăţa în şcoli şi institute.

Prin extinderea reţelei învăţământului de toate gradele se vor asigura naţionalităţilor conlocuitoare dreptul la învăţătură şi cultură.

In sectorul cultural se vor investi 34 miliarde lei, construindu-se puternice focare de cultură cum sunt: Combinatul Poligrafic Casa Scânteii, Centrul Cinematografic Buftea, Casa Radiofoniei, Teatrul Naţional, Opera de Stat, etc. Tirajul ziarelor se va dubla, iar numărul cărţilor va atinge cca 94 milioane în 1955.

Un mare avânt vor căpăta cultura fizică şi sportul, urmând ca numărul sportivilor organizaţi să atingă cifra de 1000000.

In cursul Planului Cincinal se va da o deosebită atenţie îngrijirii sănătăţii oamenilor muncii, intensificându-se lupta împotriva bolilor epidemice, a mortalităţii infantile, a tuberculozei, etc.

Se vor crea fabrici de medicamente, iar numărul paturilor în spitale se va ridica cu 19500.

Se vor construi 2800000 m. p. locuinţe în valoare de 43 miliarde lei la Reşiţa, Hunedoara, Baia-Mare, Petroşani Valea Prahovei, Galaţi. Constanţa, Bacău, Bucureşti şi altele.

Circulaţia mărfurilor

Populaţia va primi în 1955, faţă de 1950, mai multe alimente, atingându-se următorul nivel de desfacere pe produse: 187% pâine, 361% carne, 418% grăsimi, 196% zahăr, 175% ţesături bumbac, 198% ţesături lână, 168% încălţăminte.

Prin îndeplinirea sarcinilor Planului Cincinal, cartelele vor putea fi desfiinţate încă în primii ani.

In mediul rural se va atinge în 1955 un nivel de desfacere de 212%, în comparaţie cu 1950, iar pe produse: zahăr 176%, paste şi produse făinoase 550%, ţesături de bumbac 184%, ţesături de lână 205%, încălţăminte 183%, petrol 243%, sodă caustică 290%.

Ca urmare a desvoltării sectorului socialist în agricultură va lua fiinţă o nouă formă de comerţ, comerţul gospodăriilor colective, care, contribuind la ridicarea nivelului de trai al ţăranilor uniţi în gospodării colective, va constitui în acelaşi timp şi o sursă de aprovizionare a populaţiei muncitoare dela oraşe.

Preţul de cost va scădea până în anul 1955 cu 23%, ceea ce va aduce o economie totală de 300—400 miliarde lei, economie care va fi folosită pentru desvoltarea mai departe a producţiei şi pentru îmbunătăţirea continuă a nivelului de trai al poporului muncitor.

Tovarăşi,

Primul nostru Plan Cincinal, elaborat conform directivelor Biroului Politic al Comitetului Central al P. M. R., prin colaborarea de către CSP cu toate ministerele şi cu participarea a zeci şi sute de mii de muncitori şi oameni de ştiinţă este întâmpinat cu mare bucurie şi entuziasm de oamenii muncii din ţara noastră. Ascultând cuvântările, citind articolele în care tovarăşii Gh. Gheorghiu-Dej, Ana Pauker, Vasile Luca, se refereau la Planul Cincinal al R.P.R., în faţa oamenilor muncii s'a deschis măreaţa perspectivă a desvoltării economiei noastre, a ridicării nivelului de trai şi de cultură în cei cinci ani următori. Iar bucuria şi entuziasmul acesta se manifestă prin fapte minunate, prin succesele pe care muncitorii şi tehnicienii din tot mai multe întreprinderi le obţin în întrecerea socialistă.

Primul Plan Cincinal nu are numai o mare însemnătate pentru viaţa poporului nostru, el are şi o importanţă internaţională prin aceea că contribue la întărirea continuă a frontului păcii şi dovedeşte că după exemplul măreţ al Uniunii Sovietice, ţările de democraţie populară trec la înfăptuiri însemnate pentru ridicarea lor economică, pentru îmbunătăţirea nivelului de trai al celor ce muncesc.

Primul nostru Plan Cincinal arată în mod clar că numai în prietenie strânsă cu Uniunea Sovietică, că numai cu ajutorul ei, popoarele îşi pot construi o viaţă liberă şi fericită.

Planul Cincinal ilustrează pe deplin importanta mondială a experienţei construirii socialismului în U.R.S.S. pentru toate ţările care luptă pentru eliberarea de sub jugul robiei capitaliste, pentru victoria societăţii fără exploataţi şi exploatatori.

Planul nostru Cincinal dovedeşte că lupta pentru libertate, pentru fericire, pentru socialism, este indisolubil legată de lupta pentru pace, el arată hotărîrea poporului nostru de a-şi apăra cuceririle sale.

Planul nostru Cincinal este încă o dovadă a invincibilităţii învăţăturii lui Marx, Engels, Lenin, Stalin.

Planul Cincinal va însemna deasemenea o întărire şi lărgire a colaborării economice frăţeşti cu ţările prietene de democraţie populară China, Coreea, Ungaria, Cehoslovacia, Polonia, Bulgaria, Albania, Vietnam, precum şi cu Republica Democrată Germană.

Fără îndoială că duşmanii poporului — duşmanul de clasă, patronii rămaşi fără fabrici, bancherii fără bănci, moşierii rămaşi fără moşii, chiaburii — sunt nemulţumiţi de faptul că am înfăptuit primele planuri anuale şi vom trece la realizarea Planului Cincinal, după cum nu sunt mulţumiţi nici stăpânii lor, aţâţătorii la război, imperialiştii anglo-americani, care vor căuta prin toate mijloacele să denigreze succesele noastre de până acum, să submineze şi Planul nostru Cincinal.

Alături de imperialiştii americani şi englezi spumegă de furie uneltele mârşave ale acestora, social-democraţii de dreapta.

De aceea trebue întărită vigilenţa de masă şi măsurile de apărare a muncii poporului.

Cu încredere în forţa de luptă a clasei muncitoare şi a întregului nostru popor muncitor vom îndeplini măreţele sarcini ale Planului Cincinal, precum le-am îndeplinit pe cele ale primelor planuri anuale, îmbunătăţind continuu munca noastră.

Rolul principal în înfăptuirea Planului Cincinal îl vor avea organizaţiile Partidului nostru care trebue să conducă şi să organizeze lupta pentru plan a milioanelor de oameni ai muncii.

Sub îndrumarea Partidului, organizaţiile sindicale, Uniunea Tineretului Muncitor, U. F. D. R., organizaţiile cooperatiste şi culturale au sarcina măreaţă de a însufleţi şi mobiliza la munca de înfăptuire a Planului Cincinal massele muncitoare, pe toţi oamenii muncii.

Marele Lenin ne învaţă:

„Victoria este a celor exploataţi, deoarece pentru ei este viaţa, pentru ei este forţa numărului, forţa maselor — forţa isvorului inepuizabil a tot ce este plin de abnegaţie, a tot ce este pătruns de idei, a tot ce caută să meargă înainte, ce se trezeşte la construirea noului, a tuturor uriaşelor rezerve de energie şi talente, ale aşa numitului „popor simplu" de muncitori şi ţărani".

Sub steagul marilor genii ale omenirii muncitoare Lenin şi Stalin, sub steagul internaţionalismului proletar, conduşi de Partidul Muncitoresc Român, mergem cu hotărîre înainte pe drumul victoriei socialismului, pe drumul păcii.

LEGE PENTRU PLANUL CINCINAL DE DESVOLTARE A ECONOMIEI NAȚIONALE

După cucerirea puterii politice de către clasa muncitoare și naționalizarea principalelor întreprinderi industriale, bancare, de transport și asigurări, Republica Populară Română a trecut, cu ajutorul multilateral al Uniunii Sovietice, la 1 Ianuarie 1949, la conducerea planificată a economiei naționale.

Primele două planuri de Stat pe anii 1949 și 1950 au fost planuri de refacere și de desvoltare a economiei noastre pe drumul socialismului.

Dublarea volumului producției industriale în cursul acestor doi ani, desvoltarea în primul rând a industriei grele și în special a industriei extractive și a construcțiilor de mașini au creat condiții favorabile desvoltării celorlalte ramuri ale economiei noastre naționale.

In agricultură, sectorul socialist s'a întărit prin desvoltarea gospodăriilor agricole de Stat și prin creșterea numărului stațiunilor de mașini și tractoare, iar gospodăriile agricole colective înființate în anii 1949 și 1950, al căror număr a crescut într'un ritm rapid, constitue primii pași ai țărănimii muncitoare pe calea transformării socialiste a agriculturii.

In același timp au fost desvoltate transporturile de toate felurile.

Lărgirea rețelei comerțului de Stat și cooperatist, creșterea volumului desfacerilor prin sectorul socialist al circulației mărfurilor și intensificarea schimbului dintre sat și oraș au constituit deasemenea realizări de seamă în cadrul celor două planuri anuale de Stat.

In anii 1949 și 1950 s'au investit din fonduri centralizate, pentru desvoltarea economiei naționale și pentru ridicarea nivelului material și cultural al oamenilor muncii peste 260 miliarde lei.

Punerea în aplicare a liniei Partidului în domeniul financiar, executarea primelor bugete cu caracter socialist, justa politică de clasă în domeniul așezării impozitelor, ca și reglementarea creditelor și introducerea planului de casă, au avut drept rezultat întărirea monetei noastre naționale și în genere a întregului sistem financiar.

Paralel cu aceasta și ca o consecință a desvoltării tuturor ramurilor economiei noastre naționale, precum și prin lărgirea acțiunilor social-culturale, nivelul de trai al poporului muncitor a crescut simțitor.

Creșterea conștiinței politice a clasei muncitoare, măsurile organizatorice luate de către Partid și Guvern, desvoltarea economiei noastre naționale, precum și experiența câștigată în cursul celor doi ani de plan, au creat condițiile necesare pentru trecerea la planul cincinal, care reprezintă o treaptă mai înaltă în conducerea planificată a economiei noastre naționale.

Realizarea cu succes a celor două planuri anuale și trecerea la primul nostru plan cincinal constitue o victorie a maselor muncitoare din țara noastră în frunte cu clasa muncitoare, condusă de Partidul Muncitoresc Român. Aceasta se datorește înainte de toate politicii consecvente a Partidului și Guvernului, de întărire continuă a prieteniei socialiste cu marea Uniune Sovietică, de colaborare frățească cu țările de democrație populară.

Se datorește întăririi continue a alianței clasei muncitoare cu țărănimea muncitoare sub conducerea clasei muncitoare și politicii de îngrădire în agricultură și comerț și lichidare în industrie, a elementelor capitaliste.

Planul cincinal deschide poporului nostru mărețe perspective. Realizarea lui va crea în țara noastră o bază economică puternică și o va transforma într'o țară industrială, cu o agricultură în care sectorul socialist să devină precumpănitor. In același timp, nivelul de trai al celor ce muncesc va fi aproape dublat.

Trecerea la înfăptuirea primului plan cincinal al Republicii Populare Române se datorește voinței de luptă și muncă a clasei muncitoare conduse de Partidul Muncitoresc Român după marile învățături ale lui Lenin și Stalin, se datorește ajutorului frățesc al Uniunii Sovietice și relațiilor tot mai strânse de colaborare cu țările de democrație populară în cadrul Consiliului de Asistență Economică Mutuală.

Realizarea primului nostru plan cincinal va constitui un aport însemnat al Republicii Populare Române în lupta pentru pace, democrație și socialism, în fruntea căreia se găsește Uniunea Sovietică, condusă de genialul învățător al oamenilor muncii din lumea întreagă I. V. Stalin.

CAPITOLUL I

SARCINA FUNDAMENTALĂ A PLANULUI CINCINAL

Art. 1. — Sarcina fundamentală a planului cincinal 1951—1955 constă în construirea bazei economice a socialismului în R.P.R., în eliminarea treptată a elementelor capitaliste din ramurile economice ale țării, astfel încât în ultimul an de plan în industrie ele să fie complet lichidate, iar în comerț și agricultură mult îngrădite.

Această sarcină înseamnă :

a) Industrializarea socialistă a țării, astfel ca la sfârșitul primului plan cincinal, Republica Populară Română să devină o țară cu o industrie socialistă desvoltată și cu o agricultură socialistă mecanizată, în cea mai mare parte ;

b) Trecerea treptată a micii producții țărănești spre socialism, pe calea creierii de gospodării agricole colective, astfel încât la sfârșitul cincinalului sectorul socialist să fie precumpănitor în agricultură ;

c) Desvoltarea și întărirea comerțului socialist, prin extinderea comerțului de Stat și cooperatist și prin încurajarea și lărgirea comerțului gospodăriilor agricole colective și al țăranilor colectiviști, în vederea aprovizionării cât mai îmbelșugate a industriei cu materii prime, a clasei muncitoare cu alimente și a populației țărănești cu produse industriale. Astfel se va intensifica schimbul între sat și oraș, ceeace va duce la întărirea alianței dintre clasa muncitoare și țărănimea muncitoare ;

d) Ridicarea continuă a productivității muncii, înrădăcinarea tot mai adâncă a atitudinii socialiste față de

muncă şi aplicarea din ce în ce mai largă a principiului socialist de retribuire după cantitatea şi calitatea muncii, astfel încât să se realizeze principiul socialist „dela fiecare după capacitatea sa, fiecăruia după munca sa".

e) Creşterea permanentă a nivelului de trai material şi cultural al celor ce muncesc. Ca urmare a creşterii producţiei de alimente şi bunuri de larg consum, cartelele vor fi treptat desfiinţate în primii ani ai cincinalului ;

f) Ridicarea şi desvoltarea regiunilor rămase în urmă din punct de vedere economic prin folosirea raţională a bogăţiilor naturale şi construirea de noi întreprinderi industriale;

g) Realizarea condiţiilor tehnico-economice pentru întărirea capacităţii de apărare a ţării.

Pentru realizarea sarcinii fundamentale a planului cincinal este necesar :

1. Să se desvolte considerabil industria petroliferă, adică extracţia de ţiţei şi prelucrarea lui, ramură de bază a industriei noastre.

2. Să se lărgească baza energetică prin construcţia de centrale şi reţele electrice şi prin desvoltarea celor existente, astfel încât electrificarea să meargă cu un pas înaintea operei de industrializare a ţării. Se va pune accentul pe o utilizare cât mai completă şi raţională a cursurilor noastre de apă şi a zăcămintelor de lignit şi combustibili inferiori din ţară. Puterea totală instalată va trebui să asigure necesităţile producţiei industriale, ale transporturilor, precum şi ale consumului public şi casnic. Se va trece în acelaşi timp la electrificarea rurală.

3. Să se intensifice cercetările geologice, astfel încât să fie cunoscute bogăţiile naturale ale ţării, în special de ţiţei, cărbuni şi minereuri, în vederea exploatării lor cât mai raţionale şi intense

4. Să se desvolte considerabil extracţia şi prelucrarea cărbunilor, minereurilor feroase şi neferoase.

5. Să se mărească până la maximum capacităţile centrelor siderurgice actuale şi să se creeze un nou centru siderurgic pentru satisfacerea în cea mai mare măsură a nevoilor interne de fontă şi oţel.

6. Să se lărgească capacitatea de producţie a industriei construcţiilor de maşini, pentru a asigura, în primul rând, producţia întregului utilaj necesar industriei petrolifere, precum şi creşterea producţiei de maşini-unelte mijlocii şi mici, utilaj electrotehnic, tractoare şi maşini agricole, mijloace de transport şi utilaj pentru industria construcţiilor şi aceea a materialelor de construcţii.

7. Să se desvolte industria chimică în vederea folosirii intense a materiilor prime existente în ţară şi în special a petrolului, a rezervelor bogate de gaz metan, sare şi cărbuni, creindu-se noui uzine chimice.

8. Să se extindă mecanizarea proceselor care necesită un mare volum de muncă, în special în minele de cărbuni şi minereuri, precum şi în metalurgie în construcţii şi la lucrările de încărcare-descărcare.

9. Să se realizeze o importantă creştere a nivelului agriculturii noastre prin mecanizarea în mare măsură a lucrărilor agricole şi prin introducerea pe scară cât mai largă a agrotehnicei avansate sovietice. Prin aceasta şi prin crearea unor condiţii de muncă mai bune se vor asigura recolte bogate şi o productivitate mare la hectar, în special în sectorul socialist.

10. Să să ia măsuri speciale pentru îmbunătăţirea considerabilă a soiurilor de vite, ridicarea productivităţii lor şi desvoltarea creşterii animalelor, în vederea asigurării aprovizionării populaţiei cu produse animale şi a industriei cu materii prime în cantităţi crescânde, acoperindu-se din producţia internă necesităţile de lână şi piei.

11. Să se desvolte cultura plantelor industriale şi în special a bumbacului, care va fi cultivat pe o suprafaţă de 300000 ha, din care 40000 ha irigat, pentru acoperirea nevoilor industriei de bumbac, in şi cânepă din producţia internă.

12. Să se desvolte transporturile feroviare, fluviale, maritime, rutiere şi aeriene, pentru a corespunde sarcinilor de transport ale economiei noastre în desvoltare.

In cadrul planului cincinal se va termina şi se va da în exploatare Canalul Dunăre-Marea Neagră, se va studia şi se vor întocmi proiectele pentru construirea canalului Bucureşti-Dunăre şi a unui nou pod peste Dunăre. Deasemenea se vor face studii pentru folosirea raţională a complexului afluenţilor Dunării, în special prin asigurarea navigabilităţii Prutului, Siretului, Argeşului şi Oltului.

13. Să se înceapă studiile şi lucrările pregătitoare necesare pentru transformarea naturii şi combaterea secetei în regiunea cuprinsă între Dunăre şi Carpaţi printr'o reţea de canaluri de irigaţii, prin împăduriri, amenajări de iazuri, etc.

Să se studieze, să se întocmească un plan de transformare a Deltei Dunării şi să se înceapă lucrările pregătitoare pentru valorificarea ei complexă şi multilaterală.

14. Să se desvolte în cât mai mare măsură industria locală şi cooperaţia în scopul măririi producţiei de alimente şi de bunuri de larg consum, utilizând în acest scop în primul rând resursele locale de materii prime şi materiale.

15. Să se desvolte sectorul socialist în comerţ, astfel încât să cuprindă 80% din întregul volum al circulaţiei mărfurilor, desvoltându-se şi întărindu-se comerţul de Stat cooperatist, dându-se o atenţie deosebită desvoltării comerţului gospodăriilor agricole colective şi al ţăranilor colectivişti.

16. Să se ridice nivelul de trai al populaţiei muncitoare cu 80% faţă de 1950, în care scop se va desvolta considerabil producţia de bunuri de consum şi se va lărgi asistenţa socială şi sanitară.

Ca urmare a creşterii volumului producţiei şi a desfiinţării cartelelor, se vor introduce preţuri unice de vânzare şi se va păşi treptat la reducerea preţurilor de vânzare a principalelor bunuri de larg consum.

17. Să se pregătească cadre calificate de muncitori, tehnicieni şi ingineri, necesare industriei, agriculturii şi celorlalte ramuri ale economiei naţionale.

18. Să se asigure desvoltarea culturii prin stimularea iniţiativei creatoare a maselor şi prin punerea la dispoziţie a mijloacelor corespunzătoare atingerii acestui scop.

In cadrul acestei sarcini va fi lichidat complet analfabetismul. Se vor construi şcoli, aşezăminte culturale şi de artă.

19. Să se construiască locuinţe muncitoreşti şi să se refacă în cât mai mare măsură oraşele distruse în urma războiului, în care scop se vor întocmi planuri de sistematizare a oraşelor.

20. Să se mărească rezervele de Stat în materii prime şi materiale.

CAPITOLUL II

INVESTIŢII

Art. 2. — In perioada 1951—1955 se vor realiza din fonduri centralizate lucrări de investiţii în valoare totală de lei 1330 miliarde, calculate în preţurile anului 1950.

Destinaţia investiţiilor va fi următoarea :

— Industria	51,4%
din care:	
Industria mijloacelor de producţie	42,1%
Industria bunurilor de consum	9,3%
— Agricultura şi silvicultura	10%
— Transporturi şi comunicaţii	16,2%
— Industria construcţiilor	2,0%
— Circulaţia mărfurilor	2,2%
— Lucrări de interes social şi cultural	13,4%
din care:	
Locuinţe muncitoreşti	3,2%
— Administraţia de Stat	2,0%
— Cercetări ştiinţifice şi explorări geologice	2,8%

Art. 3. — Pentru a asigura executarea la timp şi în bune condiţiuni a lucrărilor de investiţii, se va acorda o atenţie deosebită industriei construcţiilor, care va realiza în cursul cincinalului un volum de lucrări, în valoare de 520 miliarde lei.

In anul 1955 capacitatea de construcţii va atinge un nivel de peste 200% faţă de 1950. Pentru asigurarea acestei capacităţi sporite de lucrări se vor realiza investiţii în industria construcţiilor în valoare totală de 26,8 miliarde lei.

Se vor lua măsuri pentru întocmirea la timp a proiectelor şi pentru îmbunătăţirea calităţii lor, introducându-se proiecte-tip, în special pentru construcţiile cele mai frec-

vente. La proectare se va evita risipa şi se va urmări scăderea consumului de materiale şi reducerea costului lucrărilor. Deschiderea şantierelor se va face pe baza proectelor prealabile de organizare a executării lucrărilor de construcţii.

Se va ridica gradul de mecanizare a muncii pe şantiere şi se va introduce pe scară largă în construcţii utilizarea pieselor prefabricate.

Pe toate şantierele se vor introduce măsuri de strictă economie în consumul de materiale, în special de ciment şi cherestea.

Execuţia lucrărilor de construcţii se va eşalona astfel încât să se reducă caracterul lor sezonier, prin intensificarea lucrului de iarnă.

Productivitatea muncii în construcţii va creşte în cincinal cu 57% faţă de 1950.

Preţul de cost al lucrărilor de construcţii va scădea până în 1955 cu cel puţin 25% din care 5% printr'o mai economică proectare a lucrărilor.

CAPITOLUL III

INDUSTRIA

Art. 4. — Valoarea producţiei globale industriale pe perioada 1951—1955 se stabileşte la 3550 miliarde lei în preţuri constante din 31 Decembrie 1948.

In ultimul an al planului cincinal, valoarea producţiei globale industriale va atinge un nivel de 244% faţă de anul 1950. Pe produse principale, producţia anului 1955 va fi următoarea :

Energie electrică	4.700.000.000	kWh
Cărbuni	8.533.000	tone
Ţiţei	10.000.000	tone
Gaz metan	3.900.000.000	m³
Aluminiu	5.500	tone
Cocs metalurgic	700.000	tone
Cărămizi refractare	148.000	tone
Fontă	800.000	tone
Oţel	1.252.000	tone
Laminate	828.000	tone
Ţevi de oţel fără sudură	190.000	tone
Cabluri de tracţiune	7.200	tone
Motoare cu ardere internă	98.000	C. P.
Motoare electrice	433.000	kW
Generatori electrici	184.000	kW
Transformatori	850.000	kVA
Conducte electrice izolate	3.300	tone
Mese Rotary	90	buc.
Trolii de foraj	90	buc.
Tractoare	5.000	buc.
Pluguri de tractor	6.250	buc.
Combine	420	buc.
Secerători-legători	2.500	buc.
Vagoane marfă şi cisterne (în echivalent 4 osii)	5.200	buc.
Strunguri	645	buc.
Ciment	2.855.000	tone
Cherestea	3.500.000	m³.
Cărămizi şi ţigle	1.122.000.000	buc.
Părţi de case prefabricate	300.000	mp.
Hârtie	180.000	tone
Sodă calcinată	57.000	tone
Sodă caustică	52.000	tone
Acid sulfuric	143.000	tone
Ingrăşăminte chimice	69.000	tone
Tananţi de extracţie	4.600	tone
Coloranţi organici	1.720	tone
Anvelope	4.000	tone
Aparate de radio	100.000	buc.
Ţesături de bumbac şi vigogne	266.500.000	mp.
Ţesături de in şi cânepă	40.300.000	mp.
Ţesături de lână	39.400.000	mp.
Ţesături de mătase	41.800.000	mp.
Tricotaje	8.810	tone
Încălţăminte	20.700.000	per.
Încălţăminte de cauciuc	2.700.000	per.
Geamuri trase	9.200.000	m².
Săpun	52.200	tone
Pâine	1.240.000	tone
Zahăr	278.000	tone
Produse zaharoase	39.500	tone
Uleiuri vegetale	72.200	tone
Preparate de carne	30.500	tone
Conserve de carne	6.000	tone
Lapte pasteurizat	2.500.000	hl.
Unt	13.000	tone
Brânzeturi	27.000	tone
Conserve de legume şi fructe	72.200	tone
Produse şi paste făinoase	94.900	tone
Peşte	37.000	tone
Conserve de peşte	7.100	tone
Bere	1.200.000	hl.
Sare	620.000	tone
Tutun	17.000	tone

Art. 5. — Pentru asigurarea nevoilor crescânde de energie electrică ale economiei noastre naţionale în desvoltare, puterea electrică instalată în anul 1955 va fi de peste 1700000 kW, din care 290000 kW în centrale hidroelectrice.

Consumul de energie electrică pe cap de locuitor va atinge în 1955 un nivel de 200% faţă de 1950.

Pentru atingerea acestor sarcini se vor investi peste 146 miliarde lei.

Se vor construi centrale hidroelectrice cu o putere instalată de 230000 kW, dintre care cele mai importante vor fi : hidrocentrala „V. I. Lenin" dela Bistriţa-Stejar şi cele dela Drăgan-Remeţi, Gureni, Sadu şi Moroeni.

Deasemenea se vor construi centrale termoelectrice având o putere instalată de 660.000 kW, dintre care cele mai importante vor fi : Petroşani, Doiceşti, Filipeşti, Sângiorgiu, Vâlişoara, Comăneşti, Sărmăşag şi Ovidiu.

Se va mări puterea instalată a uzinelor existente cu peste 100000 kW.

In cursul cincinalului se vor construi noi linii de transport de energie şi staţiuni de conexiune şi transformare, legând marile uzine electrice cu principalele centre ale ţării : Bucureşti, Ploeşti, oraşul Stalin, Sibiu, Cluj, Baia-Mare, Hunedoara, Arad, Reşiţa, Timişoara, Craiova, Focşani, Bârlad, Roman, Bacău, Iaşi şi Galaţi.

Se va construi linia de 220000 V. între Centrala „V. I. Lenin" şi Centrala Filipeştii-de-Pădure începându-se realizarea sistemului de bare naţionale, ce vor deservi în viitor întreg teritoriul R.P.R.

80% din energia produsă în anul 1955 va fi consumată în industrie. Se vor electrifica 2000 sate şi se va da sprijin agriculturii, pentru electrificarea S. M. T.-urilor şi a gospodăriilor agricole de Stat şi colective, precum şi a ariilor.

Se va stimula iniţiativa locală şi se va da concurs pentru construirea în mediul rural de mici centrale hidroelectrice şi centrale termoelectrice pe bază de combustibili locali.

In industria energiei electrice productivitatea muncii va creşte cu 67% faţă de 1950.

Art. 6. — In industria petroliferă valoarea producţiei globale a extracţiei de ţiţei va ajunge în anul 1955 la un nivel de 183% faţă de anul 1950, iar a produselor rezultate din prelucrare la 226%.

Pentru a asigura creşterea producţiei de ţiţei, volumul total al forajului petrolifer va creşte continuu, ajungând în anul 1955 la 1250000 ml şi anume : foraj de explorare 550000 ml iar foraj de exploatare 700000 ml.

Se va introduce şi se va aplica pe scară din ce în ce mai largă metoda de extracţie secundară a ţiţeiului, pentru a reduce procentul de ţiţei rămas neextras în zăcământ.

Volumul total al investiţiilor în industria petroliferă în timp de 5 ani va fi de 129 miliarde lei.

Se vor construi noi unităţi de distilaţie primară şi se vor desvolta şi îmbunătăţi instalaţiile existente.

Se vor construi noi instalaţii de cracare termică şi catalitică, astfel încât în anul 1955 să se dubleze capacitatea existentă.

Se va mări gradul de valorificare a ţiţeiului, obţinându-se procentual mai multe produse de calitate superioară ca : benzine octanice, uleiuri superioare şi altele. Randamentul de extracţie a benzinei din ţiţei se va mări la 30% în 1955.

Pentru îmbunătăţirea transportului de ţiţei şi produse petrolifere se vor construi conducte noi, care vor mări capacitatea de transport cu 2600000 tone pe an. Nivelul

de transport al produselor petrolifere prin conducte va ajunge la 250% faţă de anul 1950.

Productivitatea muncii pe întreaga industrie petroliferă va creşte până în 1955 cu 58% faţă de 1950.

Din totalul investiţiilor în industria petroliferă se va aloca pentru ridicarea nivelului de trai al muncitorilor suma de lei 5000000000 din care 2140000000 lei pentru locuinţe muncitoreşti.

In industria gazului metan valoarea producţiei globale va ajunge în anul 1955 la un nivel de 204% faţă de 1950.

Pentru alimentarea regiunii Stalin şi regiunii Bacău cu gaz metan se va construi o conductă de 213 km lungime, care va lega aceste regiuni cu câmpurile de gaze din Transilvania. Capacitatea totală de transport a conductelor de gaz metan va creşte până în 1955 de două ori faţă de 1950.

In perioada cincinalului se vor construi noi fabrici de negru de fum şi aldehidă formică şi se va termina construcţia fabricii de acid formic şi acid oxalic. Producţia de negru de fum va creşte de 4,5 ori faţă de 1950.

Volumul total al investiţiilor în industria gazului metan în timp de cinci ani va fi de 12,3 miliarde lei.

Art. 7. — In industria carboniferă valoarea producţiei globale va ajunge în anul 1955 la un nivel de 238% faţă de 1950.

In scopul alimentării uzinelor termoelectrice ce se vor construi în primul cincinal, producţia de lignit va fi mărită de 2,7 ori până în anul 1955. Producţia de ligniţi deshidrataţi va creşte de 5.3 ori.

Volumul total al investiţiilor în industria carboniferă în timp de 5 ani se va ridica la 25,9 miliarde lei. Acest fond va fi utilizat în primul rând la desvoltarea minelor actuale şi deschiderea de mine noi pentru a mări capacitatea de producţie a industriei carbonifere.

Pentru ridicarea nivelului de trai al muncitorilor din industria carboniferă se vor investi 7300000000 lei din care 5400000000 pentru locuinţe muncitoreşti.

Industria carboniferă din Valea Jiului va produce, începând din anul 1953, cărbuni spălaţi speciali şi semicocs special pentru uzina cocsochimică ce se va construi la Hunedoara. In anul 1955 se vor produce peste 1000000 tone cărbuni spălaţi speciali şi 160000 tone semicocs.

Prin introducerea de maşini noi în exploatarea cărbunilor, mecanizarea muncilor de tăiere în abataj va atinge în anul 1955 un procent mediu de 81%, mecanizarea muncilor de transport în abataj 77%, iar a muncilor de transport în subteran 83%.

Se vor construi două instalaţii noi pentru extracţia bitumului natural cu ajutorul solvenţilor, mărindu-se producţia până la 16000 tone/an.

Productivitatea muncii va creşte în industria carboniferă cu 60% faţă de 1950.

Art. 8. — In industria siderurgică valoarea producţiei globale în anul 1955 va fi de 243% faţă de anul 1950, iar investiţiile în această ramură vor fi de 86,2 miliarde lei.

Prin explorări şi deschideri de noi zăcăminte de minereu de fier va fi mult lărgită baza de aprovizionare cu minereu din ţară a industriei siderurgice.

Se va construi o uzină cocsochimică cu o capacitate de 600000 tone/an cocs metalurgic. Se vor construi 5 furnale înalte şi se vor reconstrui alte două, după tipul celor mai moderne instalaţiuni ceea ce va asigura producţia de fontă prevăzută pentru 1955.

Se vor construi cel puţin 5 cuptoare Siemens-Martin şi se vor reconstrui la capacitate sporită 9 cuptoare existente.

Se vor instala cel puţin 4 linii de laminare noi şi se vor separa şi completa liniile existente pentru a se asigura laminarea întregii cantităţi de lingouri de oţel produse în acest scop.

In cadrul noului centru siderurgic, se va construi o uzină de ţevi de oţel cu o capacitate de 250000 tone/an. Deasemenea se vor completa instalaţiile existente cu un nou laminor pentru ţevi de dimensiuni mici.

Se va realiza o instalaţie de preparare a minereurilor de mangan, precum şi o fabrică de ferro-aliaje şi o instalaţie de fabricare a ferromanganului pentru a asigura nevoile oţelăriilor.

Din totalul investiţiilor, se va loca suma de 44 miliarde lei pentru ridicarea nivelului de trai al muncitorilor din industria siderurgică, prin construirea de locuinţe, cămine, creşe, etc.

Indicii tehnico-economici de utilizare a agregatelor se vor îmbunătăţi necontenit în cursul planului cincinal. Producţia de fontă pe m³ de furnal înalt în 24 ore va atinge în 1955 în medie un nivel de 117% faţă de anul 1950, producţia de oţel pe zi şi m² de suprafaţă de vatră a cuptoarelor Siemens-Martin 134%, iar producţia medie de laminate pe oră 140%.

Se va desvolta producţia de oţeluri aliate şi a tablei de oţel pentru transformatori electrici şi dinamuri.

Se va extinde mecanizarea muncilor grele şi de volum mare în secţiile de furnale, cuptoare de oţel şi laminoare.

Se va desvolta îmbogăţirea prin concentrare a minereurilor sărace.

Se va mări producţia minereurilor aglomerate şi se va îmbunătăţi pregătirea materialelor brute, în vederea obţinerii unei compuneri cât mai stabile a încărcăturii furnalelor.

Productivitatea muncii pe întreaga industrie siderurgică va creşte în cursul cincinalului cu 49% faţă de 1950.

Art. 9. — In industria construcţiilor de maşini, pivotul desvoltării industriale a economiei naţionale, valoarea producţiei globale va atinge în anul 1955 un nivel de 216% faţă de anul 1950.

Industria construcţiilor de maşini va asigura:

— utilajul necesar industriei petrolifere şi industriei miniere;

— tractoarele şi maşinile agricole pentru mecanizarea agriculturii, precum şi piesele de schimb necesare;

— materialul rulant necesar volumului de transporturi în creştere;

— instaţiile complete pentru fabrici de ciment, precum şi utilajul necesar industriei construcţiilor.

Deasemenea se va desvolta producţia de maşini-unelte mijlocii şi mici pentru prelucrarea metalelor, precum şi producţia de maşini şi instalaţiuni pentru industriile producătoare de bunuri de consum.

In cursul cincinalului se vor fabrica următoarele produse noi: turbine de abur şi de apă; cazane de abur de mare presiune, în special pentru industria energiei electrice; strunguri rapide şi speciale; tipuri noi de maşini de frezat şi de rectificat; haveuze, gredere şi screpere, compresoare de gazlift; vagoane metalice de mare tonaj cu descărcare automată; automotoare de mare putere, locomotive Diesel electrice; tractoare pe şenile, combaine auto-propulsate, maşini de semănat plante industriale; maşini de împrăştiat îngrăşăminte chimice; cositoare mecanice de nutreţ; agregate frigorifere; războaie de ţesut automate şi altele.

In industria construcţiilor navale valoarea producţiei globale va creste până în anul 1955 la un nivel de 172% faţă de anul 1950. Se vor produce tipuri noi de cargoboturi de mare capacitate, remorchere maritime de mare putere, vase pescăreşti metalice şi altele.

Industria metalurgică prelucrătoare va atinge în 1955 un nivel de producţie de 220% faţă de 1950.

Se va mări producţia de tuburi de fontă şi radiatoare şi se va desvolta în mod deosebit producţia obiectelor metalice de larg consum, urmărindu-se utilizarea cât mai completă a deşeurilor metalice.

In timpul cincinalului se vor realiza în ramura construcţiilor de maşini şi metalurgiei prelucrătoare investiţii în valoare de 51,2 miliarde lei.

Se va construi o fabrică de utilaj greu, o fabrică de rulmenţi, o fabrică de scule, o fabrică de echipamente de frâne pentru vagoane, o fabrică de utilaj minier, o fabrică de instrumente şi aparate de măsură şi se va începe construirea unei fabrici de utilaj forestier.

In cadrul combinatului „Sovrommetal" se va construi o fabrică de turbogeneratoare, o turnătorie şi o forjă. Se va mări fabrica de maşini agricole şi se va termina şi pune în funcţiune fabrica de poduri.

Se vor reconstrui şi desvolta fabricile principale constructoare de maşini: „Sovromtractor" şi „Steagul Roşu" din oraşul Stalin, „23 August", „Vulcan" şi „Timpuri Noi" din Bucureşti, „Flamura Roşie" şi „Victoria" din Arad.

Se vor reconstrui şantierele navale din Galaţi, Turnu Severin şi Constanţa.

Pentru ridicarea nivelului de trai al muncitorilor din industria construcţiilor de maşini, construcţiilor navale şi metalurgiei prelucrătoare, se vor investi în timpul pri-

mului cincinal 4,1 miliarde lei pentru construirea de locuințe muncitorești, cămine, școli, etc.

In ramura construcții de mașini și metalurgie prelucrătoare se va realiza profilul întreprinderilor odată cu reconstrucția ce se va face în timpul cincinalului. Se va urmări specializarea fiecărei întreprinderi și desvoltarea cooperării întreprinderilor între ele, în vederea folosirii cât mai raționale a utilajului și ridicării productivității muncii.

In acelaș timp se vor introduce procedee tehnice înaintate pentru a ridica nivelul tehnic al acestei ramuri la înălțimea cerințelor mereu crescânde ale industriei, agriculturii și transporturilor.

Pentru mărirea producției se vor mobiliza rezervele interne de capacitate de care dispune această ramură, îmbunătățindu-se în primul rând folosirea fondului de timp de lucru al mașinilor și agregatelor.

Productivitatea muncii va crește în cursul cincinalului în industria construcțiilor de mașini cu 69%, în metalurgia prelucrătoare cu 46%, iar în construcțiile navale cu 54%.

Industria electrotehnică se va desvolta ajungând la un nivel tehnic avansat. Producția globală a acestei ramuri va atinge în ultimul an al cincinalului 385% față de 1950.

In 1955 producția de motoare electrice se va încinci față de 1950, iar producția de transformatori va atinge un nivel de 371% față de cel din 1950.

Se vor produce în cursul cincinalului peste 70 noi produse, printre care: turbogeneratori, aparataj de înaltă tensiune, transformatori de forță de mare putere, centrale telefonice de mare capacitate, cuptoare electrice industriale, mașini-unelte electrice, echipament electric pentru trolleybuse și ascensoare, etc.

In industria electrotehnică se vor învesti în total 16,4 miliarde lei. Se va termina construirea și utilarea fabricii „Electroputere" Craiova și se vor desvolta fabricile existente. Deasemeni se vor construi o fabrică de cabluri, o fabrică de materiale electroizolante și alta de produse electroceramice.

Se va înființa un institut de cercetări electrotehnice.

Art. 10. — In anul 1955 valoarea producției globale a metalurgiei neferoase va atinge un nivel de 243% față de anul 1950.

Pentru a asigura creșterea continuă a producției în această ramură se vor face în cursul cincinalului investiții totale de 35,4 miliarde lei.

Efortul principal va fi îndreptat în spre explorarea, deschiderea și pregătirea de rezerve din ce în ce mai mari de minereuri.

Prin desvoltarea minelor existente și prin deschiderea de mine noi, producția de minereu de cupru, plumb și zinc va atinge în anul 1955 un nivel de 283% față de anul 1950.

Lucrările subterane vor fi mecanizate în mare măsură încă în primii ani ai cincinalului.

Se vor construi și pune în funcțiune nouă instalații de flotație pentru minereuri complexe și șase uzine de preparare pentru alte minereuri neferoase.

Se va construi o instalație modernă pentru hidrometalurgia zincului.

Până în anul 1955 va fi parțial pusă în funcțiune o fabrică de aluminiu cu o capacitate finală de 25000 tone/an.

Deasemenea se va construi o fabrică metalurgică pentru metale neferoase.

Se vor clădi 128000 m² locuințe muncitorești, precum și școli, cantine, etc.

Productivitatea muncii în întreaga metalurgie neferoasă va crește cu 75% față de 1950.

Deasemenea se va desvolta exploatarea minereurilor nemetalifere, astfel încât producția globală să crească la un nivel de 205% față de anul 1950.

Se va construi o nouă instalație de măcinat talc, o stație de spălare a caolinului, o instalație de preparare a grafitului.

Art. 11. — In industria chimică producția globală va atinge în anul 1955 un nivel de 264% față de anul 1950. Această creștere se va realiza prin desvoltarea întreprinderilor existente și prin construcții de noi fabrici de sodă, acid sulfuric, îngrășăminte, medicamente și produși rezultați din valorificarea produselor secundare dela uzina cocsochimică. In acest scop se vor investi 31,5 miliarde lei.

Se va desvolta industria chimică anorganică prin: mărirea capacității fabricii de produse sodice Ocna-Mureșului la 100000 tone/an, construirea unei fabrici de sodă calcinată cu o capacitate de 50000 tone/an, a două fabrici de sodă caustică electrolitică cu o capacitate totală de 15000 tone/an și a două fabrici de acid sulfuric cu o capacitate totală de 75000 tone/an. In anul 1955 se vor produce 69000 tone îngrășăminte fosfatice și azotoase.

In industria chimică organică și prelucrătoare se va construi un combinat, care va prelucra produsele secundare ale uzinei cocsochimice în semifabricate necesare industriei de coloranți, medicamente, mase plastice. Se va construi o fabrică de tananți de extracție.

Prin desvoltarea fabricilor existente, producția de coloranți va atinge un nivel de 181% față de 1950, se va construi o fabrică de medicamente cu o producție de 210 tone/an, se va desvolta industria de mase plastice necesare industriei electrotehnice, fabricării bunurilor de consum, etc.

Se vor îmbunătăți indicii de utilizare a agregatelor în special în domeniul fabricării sodei caustice electrolitice și acidului sulfuric.

In cursul planului cincinal, industria noastră chimică va produce o serie de produse noi: electrozi pentru siderurgie și industria chimică, magneziță pentru cărămizi refractare, tananți sintetici, noi feluri de coloranți, D. D. T., medicamente (penicilină, antituberculoase, arsenicale antisifilitice, antiinfecțioase, vitamine, etc.) și altele.

Vor fi continuate și extinse lucrările de studii și cercetări pentru chimizarea cărbunelui, petrolului și gazului metan.

Productivitatea muncii va crește cu 54% în special prin ridicarea pregătirii tehnice, introducerea de procedee tehnologice avansate, prin măsurile tehnico-organizatorice ce se vor lua ca și prin mecanizarea proceselor de muncă.

Art. 12. — In industria lemnului și a produselor finite din lemn, producția globală va atinge un nivel de 153% față de anul 1950.

In cursul cincinalului industria lemnului se va desvolta în direcția folosirii cât mai intense a resurselor de fag și valorificării cât mai complete și raționale a lemnului.

Pentru atingerea acestui scop se vor executa lucrări de investiții în valoare de 23,8 miliarde lei.

Se vor deschide masive forestiere, nepuse încă în valoare, se vor introduce mașini și mecanisme în operațiunile de tăiere și mișcare a lemnului, astfel încât la sfârșitul cincinalului să fie mecanizate 33% din muncile de fasonare a lemnului, 22% din operațiunile de încărcare și descărcare și 79% din transportul de lemn.

Prin lărgirea rețelei de căi ferate forestiere și mecanizarea transporturilor volumul transporturilor de material lemnos cu mijloace mecanice va spori cu 25 milioane tone-km.

Se vor construi 10 fabrici de prelucrare a lemnului.

In industria produselor finite din lemn se vor construi o fabrică de placaje, o fabrică de mobilă curbată și o fabrică de butoaie.

Deasemenea se va construi o fabrică de lignofol, produs care poate înlocui metalul în unele cazuri. Se va contrui o fabrică de plăci din fibre de lemn pentru construcții, folosind ca materie primă deșeuri de lemn.

In anul 1955 volumul producției industriei de produse finite din lemn se va dubla față de cel din anul 1950. In industria lemnului productivitatea muncii va crește până în 1955 cu 58% față de 1950.

Art. 13. — In industria celulozei și hârtiei valoarea producției globale va atinge în anul 1955 un nivel de 188% față de anul 1950.

In vederea realizării acestei sarcini se vor executa lucrări de investiții în valoare de 11 miliarde lei.

Se va construi un combinat celuloză-hârtie-saci de hârtie, cu o capacitate anuală de 60000 t hârtie și 60 milioane saci și se va mări capacitatea de producție a fabricilor existente.

Producția de cartoane și mucavale va crește, atingând în 1955 un nivel de 231% față de anul 1950, prin construirea a două fabrici și modernizarea fabricilor existente.

Se va începe construirea unui combinat de celuloză-hârtie, care va utiliza stuful ca materie primă.

In cursul cincinalului se va pune în fabricaţie hârtia cretată şi se vor lărgi sortimentele de hârtii tehnice. Se va îmbunătăţi calitatea produselor, în special la hârtiile de desen, ozalid şi calc.

Productivitatea muncii va creşte în cincinal cu 49%.

Art. 14. — In anul 1955 valoarea producţiei globale a industriei materialelor de construcţie va atinge un nivel de 273% faţă de anul 1950, pentru a asigura realizarea construcţiilor prevăzute în planul cincinal.

Investiţiile ce se vor face în această ramură în perioada cincinalului vor însuma peste 32 miliarde lei.

Se vor construi 17 linii tehnologice pentru fabricarea cimentului cu utilaj executat în întregime în ţară, 20 fabrici de cărămizi şi ţigle, 3 fabrici de cărămizi silico-calcare, precum şi fabrici moderne de var, ipsos şi produse speciale pentru construcţii.

Se va fabrica ciment special pentru baraje, ciment maritim, ciment aluminos, cimenturi superioare şi se va desvolta fabricarea cimenturilor metalurgice.

Deasemeni se vor fabrica cimenturi pentru construcţii uşoare şi se va extinde fabricarea altor lianţi, cum este trass-varul ş. a.

In cursul cincinalului se va începe şi se va desvolta fabricarea tuburilor de asbociment.

Se va da o atenţie deosebită produselor speciale din ceramică brută (cărămizi de planşeu, cărămizi de pardoseală, etc.).

Se vor îmbunătăţi în mod simţitor indicii tehnico-economici de folosire a instalaţiilor şi indicii de consum de combustibil în industria cărămizilor şi ţiglelor.

Se va desvolta în mare măsură producţia plăcilor de stuf presat, care va înlocui importante cantităţi de cherestea în industria construcţiilor.

Se va da deasemenea o mare desvoltare exploatării carierelor de piatră, în special pentru producţia de marmoră şi piatră de construcţie, ridicându-se în mare măsură gradul de mecanizare a operaţiilor de extracţie şi prelucrare.

Productivitatea muncii în industria materialelor de construcţii va creşte în cincinal cu 80% faţă de anul 1950.

Art. 15. — Valoarea producţiei globale în industria textilă şi a confecţiilor va atinge în anul 1955 un nivel de 245% faţă de aceea a anului 1950, iar volumul total al investiţiilor în această ramură va însuma în perioada cincinalului 58,6 miliarde lei.

In industria bumbacului se vor construi 5 staţii de egrenat şi 11 filaturi. Numărul fuselor instalate va creşte cu 285.000.

Se vor instala deasemeni 27000 fuse pentru filarea firelor de vigogne.

In industria inului şi a cânepei se vor construi 12 topitorii de in, 19 topitorii de cânepă, 2 filaturi de fire subţiri, două fabrici integrate de ţesături subţiri şi o fabrică integrată de ţesături groase, mărindu-se numărul fuselor instalate cu 17000.

In industria lânei se vor construi 2 fabrici integrate (filatură şi ţesătorie), o spălătorie-pieptănătorie centrală şi se va începe construirea unei a treia unităţi integrate.

Pentru a mări resursele de materii prime ale industriei textile, se va construi un mare combinat de celuloză-fibre-fire artificiale. Se va construi o ţesătorie de mătase artificială.

Deasemenea se va construi o fabrică nouă de fire sintetice de mare rezistenţă şi o fabrică de ciorapi. Se va înfiinţa o fabrică de ace de tricotat, care va asigura integral necesităţile interne.

Se va extinde lucrul pe bandă în industria confecţiunilor şi tricotajelor.

Se vor îmbogăţi sortimentele, varietatea desenelor şi a culorilor. In acest scop se vor crea desenaturi centrale şi se vor desvolta şi moderniza secţiile de finisaj.

Productivitatea muncii în industria textilă va creşte în cincinal cu 46%.

In industria pielăriei şi a încălţămintei de cauciuc valoarea producţiei globale va atinge un nivel de 235% faţă de 1950, investindu-se în cursul cincinalului 9,7 miliarde lei.

Se va construi o fabrică integrată de încălţăminte cu o capacitate de 2,4 milioane perechi anual şi se vor desvolta întreprinderile existente.

Se vor mecaniza operaţiile care se execută în prezent manual şi se va extinde lucrul pe bandă, productivitatea muncii crescând în cincinal cu 61%.

In indutria sticlei şi ceramicei fine valoarea producţiei globale va creşte, atingând în 1955 nivelul de 201% faţă de 1950.

Se va construi o fabrică de sticlărie complet mecanizată, precum şi o unitate de sticlărie specială.

Se va extinde fabricaţia sticlăriei de laborator şi a sticlăriei fine de menaj şi se va trece la fabricarea sticlei speciale optice.

Se va construi o fabrică de porţelan de menaj şi una de faianţă.

In industria sticlei şi ceramicei fine se va extinde mecanizarea muncii. Productivitatea muncii va creşte cu 36% faţă de anul 1950.

Se vor înfiinţa un institut de cercetări pentru textile şi pielărie, precum şi un institut de cercetări pentru probleme de sticlă şi ceramică fină.

Art. 16. — In ultimul an al planului cincinal valoarea producţiei globale în industria alimentară va atinge un nivel de 319% faţă de 1950.

In vederea ridicării nivelului de trai al poporului muncitor se vor produce cu mult mai multe alimente, se va îmbunătăţi continuu calitatea lor, se vor fabrica produse noi şi se vor îmbogăţi sortimentele. In acest scop, se vor investi 32,3 miliarde lei.

Se vor investi 7,2 miliarde lei în industria zahărului. Se vor construi două fabrici de zahăr. In fabricile existente se vor crea condiţiunile tehnice care să permită, odată cu aplicarea metodelor sovietice de insilozare a sfeclei, prelungirea campaniei de lucru.

In industria uleiului se vor investi 1,9 miliarde lei, urmărindu-se mărirea capacităţii de producţie şi de depozitare.

In industria morăritului, crupelor şi furajelor se vor crea unităţi noi în regiunile lipsite de mori.

Se vor construi 2 fabrici de amidon şi glucoză.

Se vor investi 1,9 miliarde lei în industria cărnii. Se va construi un abator frigorifer şi se vor amenaja şi mecaniza 16 abatoare. Se vor construi depozite frigorifere pe lângă abatoarele mai importante, cu o capacitate de antrepozitare de 4300 t carne congelată. Deasemeni se va construi o fabrică modernă de conserve şi preparate de carne.

Industria piscicolă se va desvolta pe baze raţionale asigurându-se condiţiuni optime de desvoltare a peştelui în Deltă şi în lunca inundabilă a Dunării. Se vor investi 2,9 miliarde lei, mai ales în lucrări hidrotehnice, precum şi în vase de pescuit. O deosebită atenţie se va da pescuitului activ marin prin înfiinţarea unei flote de pescuit în larg. Se vor fabrica noi sortimente de conserve de peşte.

Fabricaţia produselor lactate va creşte simţitor, investindu-se în acest scop 2,9 miliarde lei. Se vor construi 15 staţii de pasteurizare a laptelui, o fabrică de lapte praf, unităţi pentru producerea de brânzeturi şi unt.

In industria conservelor de legume şi fructe se vor investi 1,4 miliarde lei, construindu-se 3 unităţi noi. Se vor produce, prin introducerea unor procedee noi de fabricaţie, conserve congelate şi uscate.

Pentru lărgirea bazei frigotehnice se vor investi 2,7 miliarde lei, construindu-se antrepozite cu o suprafaţă de peste 22500 m² şi îmbunătăţindu-se prin aceasta conservarea, condiţionarea şi depozitarea produselor alimentare.

Productivitatea muncii va creşte în industria alimentară cu 132%.

Se va crea un institut de cercetări şi proiectări pentru industria alimentară.

Art. 17. — Valoarea producţiei globale în industria locală va atinge în 1955 un nivel de 288% faţă de 1950, iar în cooperaţie un nivel de 336%.

Industria locală şi cooperaţia de producţie meşteşugărească vor produce în cantităţi crescânde articole de larg consum ca : obiecte casnice, materiale locale de construcţie, atelaje, căruţe, unelte, stupi sistematici, etc.

Pentru aceasta industria locală şi cooperaţia de producţie meşteşugărească vor lua măsuri pentru o cât mai completă valorificare a resurselor locale de materii prime şi a deşeurilor din întreprinderile industriei de Stat.

Pentru a asigura populaţiei muncitoare dela oraşe şi sate o bună alimentaţie se vor întări şi desvolta bazele

de cultivare de legume şi zarzavaturi şi de creştere a animalelor şi păsărilor în jurul oraşelor şi centrelor muncitoreşti, pentru ca acestea să fie în mare parte aprovizionate cu alimente din producţia locală.

In industria locală se vor investi 7,4 miliarde lei, iar în cooperaţia meşteşugărească 4.1 miliarde lei.

Pentru mărirea cantităţilor de bunuri de larg consum producţia cooperaţiei de consum va creşte de peste 3 ori până în 1955 în fabrici şi de 6,8 ori în secţiile anexe de pe lângă cooperativele de consum. Pentru desvoltarea producţiei la cooperativele de consum se vor face investiţii în valoare de 2,2 miliarde lei. Se vor înfiinţa unităţi pentru producerea de brânzeturi fine şi unt, 10 mari căşării, 210 crescătorii de păsări şi porci, 200 cuptoare de uscat fructe şi se vor desvolta şi reutila unităţile productive existente.

Sfaturile Populare vor lua măsuri pentru întărirea şi desvoltarea industriei locale şi vor sprijini cooperaţia de producţie.

Art. 18. — Ca urmare a creşterii producţiei şi productivităţii muncii, a unui regim sever de economii, a măririi vitezei de circulaţie a mijloacelor de rulment şi a mobilizării resurselor interne ale întreprinderilor, preţul de cost al producţiei industriale va scădea pe întreaga industrie de Stat până în anul 1955 cu cel puţin 23% faţă de 1950.

CAPITOLUL IV

AGRICULTURA ŞI SILVICULTURA

Art. 19. — Se va asigura desvoltarea agriculturii, astfel încât să se realizeze în cursul cincinalului o importantă mărire a producţiei de cereale şi de plante industriale, precum şi o mare desvoltare a creşterii vitelor. Se vor desvolta şi întări gospodăriile agricole de Stat şi staţiunile de maşini şi tractoare. Se va acorda ajutor ţărănimii muncitoare în trecerea sa la formele socialiste de organizare a agriculturii şi se va asigura întărirea economică şi desvoltarea multilaterală a gospodăriilor agricole colective. In acest scop gospodăriile agricole colective vor primi credite în valoare de 30 miliarde lei.

Va fi realizată mecanizarea pe scară largă a muncilor agricole şi se vor intensifica acţiunile pentru mărirea fertilităţii solului prin măsuri agrotehnice, introducerea de asolamente raţionale şi prin folosirea îngrăşămintelor chimice şi naturale. In vederea măririi producţiei la ha va fi asigurată aprovizionarea gospodăriilor colective şi a ţăranilor săraci şi mijlocaşi cu seminţe selecţionate. Va fi creată o solidă bază furajeră în vederea asigurării creşterii animalelor. Va fi terminată cadastrarea teritoriului agricol al R.P.R.

Suprafaţa ocupată cu culturile de câmp se va mări astfel ca ea să atingă în 1955 peste 10 milioane ha.

Valoarea producţiei globale în agricultură va atinge în anul 1955 un nivel de 188% faţă de 1950, iar în sectorul de Stat un nivel de 219% faţă de anul 1950.

Pentru desvoltarea agriculturii se vor investi 137 miliarde lei.

Art. 20. — Se va mări până în 1955 numărul staţiunilor de maşini şi tractoare până la 428, iar al centrelor mecanice până la 25, organizându-se în cursul cincinalului 290 noi staţiuni de maşini şi tractoare şi 6 noi centre mecanice.

In cursul cincinalului se vor înzestra staţiunile de maşini şi tractoare cu: 18400 tractoare, 18000 pluguri de tractor, 1000 combaine, 3250 batoze, 5900 discuitoare, 8700 semănători, 6700 secerători-legători, 5900 cultivatoare. Se va executa de către staţiunile de maşini şi tractoare în anul 1955 un volum total de lucrări de 15300000 hantri (hectare arătură normală) reprezentând o creştere de 7,3 ori faţă de anul 1950 şi revenind pe un tractor convenţional de 15 CP o sarcină anuală de 154 ha. Se va reduce consumul de motorină la 17 kg la hantru în anual 1955 faţă de 21 kg în anul 1950.

Productivitatea muncii va creşte cu 62% la gospodăriile agricole de Stat şi cu 130% la staţiunile de maşini şi tractoare.

Art. 21. — Se va îmbunătăţi îngrijirea semănăturilor şi se va iriga o suprafaţă de 120000 ha ceea ce înseamnă un nivel de 282% faţă de 1950.

Se va lărgi aplicarea îngrăşămintelor minerale şi organice. In anul 1955 cantitatea de îngrăşăminte chimice puse la dispoziţia agriculturii va creşte de 12 ori faţă de 1950. Deasemenea se va extinde întrebuinţarea îngrăşămintelor naturale.

Datorită acestor măsuri, producţia medie la hectar va creşte, atingând în 1955:

		Total R.P.R.	Sector de Stat
Grâu	kg ha	1.250	1.300
Porumb	„	1.400	1.600
Orez	„	3.150	3.300
In fuior	„	2.570	3.000
Cânepă	„	3.900	4.300
Bumbac brut neirigat	„	650	700
Bumbac irigat	„	1.500	1.500
Sfeclă de zahăr	„	17.700	20.000

Se vor obţine în 1955, pe culturi principale, următoarele recolte:

Cereale panificabile	3.740.000 tone
Porumb	4.030.000 tone
Leguminoase pentru boabe	315.000 tone
Sfeclă de zahăr	2.125.000 tone
Cartofi	2.775.000 tone
Seminţe oleaginoase	600.000 tone

Cultura plantelor textile va lua o mare desvoltare, atingând în 1955 următoarea producţie:

Bumbac	230.000 tone

ceeace reprezintă un nivel de 700% faţă de 1950.

In pentru fuior	90.000 tone
Cânepă pentru fuior	325.000 tone

Producţia viticolă şi pomicolă va creşte, ajungându-se la o recoltă de 830000 t struguri şi 610000 t fructe în 1955.

Art. 22. — Pentru lărgirea bazei furajere necesare desvoltării creşterii vitelor, se va mări suprafaţa cultivată cu plante furajere până la 1243000 ha în 1955, reprezentând un nivel de 143% faţă de 1950.

Prin îmbunătăţirea hranei animalelor, prin creşterea raţională a tineretului şi prin aplicarea de măsuri zootehnice şi sanitar-veterinare, efectivele de animale vor creşte în cursul cincinalului până la:

1.200.000	capete	cabaline
4.700.000	„	bovine
12.500.000	„	ovine
4.500.000	„	porcine

Se va da o deosebită atenţiune îmbunătăţirii raselor de animale. Se va mări productivitatea în domeniul creşterii vitelor şi se va ridica producţia de lapte până la 19,3 milioane hl iar cea de lână până la 27300 tone, din care lână fină şi semifină 14200 tone.

Art. 23. — In cursul cincinalului se vor executa lucrări de îmbunătăţiri funciare pe o suprafaţă de 670000 ha din care 170000 ha indiguiri şi desecări.

Art. 24. — Se va investi suma de 4,9 miliarde lei în construirea de locuinţe pentru muncitorii agricoli din sectorul de Stat. Se vor construi şcoli, băi, cantine şi se vor amenaja cămine culturale înzestrate cu biblioteci.

Se va asigura desvoltarea cercetărilor ştiinţifice în domeniul agriculturii, dirijându-le în primul rând spre aplicarea în condiţiile Republicii noastre a sistemului de asolamente Dokuceaev-Kostâcev-Williams, studierea problemelor de organizare şi retribuire a muncii în gospodăriile colective, studierea problemelor hrănirii şi creşterii animalelor pe baza realizărilor ştiinţei biologice sovietice.

Art. 25. — In silvicultură se vor intensifica, în cursul cincinalului, lucrările de refacere a pădurilor. Se vor împăduri 390000 ha; se vor consolida 7000 ha râpi şi se vor ameliora prin împădurire 40000 ha terenuri degradate. Se va asigura restabilirea şi menţinerea echilibrului în regimul apelor în regiunile de interes hidroelectric, împădurindu-se 36000 ha.

Se vor cultiva pepiniere în suprafaţă de 5500 ha în care se vor produce cel puţin 2,2 miliarde puieţi.

Gospodăriile silvice vor fi înzestrate cu clădiri şi mijloace de transport. Pentru introducerea metodelor de lucru avansate sovietice şi pentru mecanizarea lucrărilor, unităţile silvice vor fi înzestrate cu utilaj modern. Se vor construi cabane şi locuinţe pentru muncitori.

Pentru realizarea acestor sarcini se alocă un fond de investiţii de 6,8 miliarde lei.

CAPITOLUL V

TRANSPORTURI ŞI COMUNICAŢII

Art. 26. — Pentru a face faţă nevoilor sporite de transport, ca urmare a creşterii producţiei industriale şi agricole, volumul transportului pe cale ferată, pe ape şi cu autovehicule va creşte în cursul cincinalului până la 14 miliarde t-km în 1955, adică la un nivel de 170% faţă de 1950.

In domeniul transportului feroviar în anul 1955 numărul de călători-km va atinge 10,2 miliarde, adică 136% faţă de anul 1950; cantitatea de mărfuri expediate va ajunge la 57 milioane t adică 174% faţă de anul 1950, iar numărul de tone-nete-kilometri de mărfuri transportate la 12 miliarde, adică 162% faţă de anul 1950.

Volumul investiţiilor ce se vor face în transportul feroviar în decursul cincinalului va fi de 104,5 miliarde lei. Căile ferate vor fi dotate cu 7.750 vagoane marfă pe 4 osii, 2.000 vagoane de marfă pe 2 osii, 400 vagoane călători pe 4 osii şi 30 automotoare pe 4 osii. Se vor instala 3.000 buc. frâne automate la vagoanele de marfă.

Se vor construi linii noi şi se vor dubla linii existente însumând un total de 373 km. cale ferată nou construită.

Se vor face studiile şi se vor începe lucrările pregătitoare pentru construirea liniei Moineşti-Bacău.

Linia Câmpina—Oraşul Stalin va fi electrificată, realizându-se astfel o exploatare mai bună şi o importantă economie de combustibil.

Se va spori capacitatea de transport şi garare a reţelei C.F.R. prin executarea lucrărilor de ameliorare a unor trasee, desvoltări de complexe feroviare şi intensificare a reparaţiilor la material rulant.

Se va utiliza tehnica avansată în domeniul feroviar, introducându-se mecanizarea lucrărilor de întreţinere a căii, sudarea automată a şinelor şi altele.

Pe baza acestor măsuri, precum şi prin îmbunătăţirea planificării operative şi reducerea timpilor morţi în transport, se vor îmbunătăţi indicii de transport până în anul 1955 faţă de anul 1950, precum urmează: rulajul unui vagon de marfă va fi redus dela 6 la 4,5 zile; procentul cursei goale a vagonului de marfă va scădea dela 33,4% la 30%; încărcătura dinamică pe osie a vagonului de marfă va creşte dela 6,4 la 7 tone/osie; viteza comercială de secţie a trenurilor de marfă va creşte dela 14,9 la 17,5 km/oră; viteza comercială medie a trenurilor de călători va creşte dela 32 la 35 km/oră; cursa medie încărcată a vagonului de marfă va scădea dela 231 la 220 km.

Productivitatea muncii în domeniul exploatării va creşte cu 33%, iar în domeniul industrial cu 20%.

Art. 27. — Volumul transporturilor rutiere efectuate de întreprinderile de transport ale Statului va creşte la transportul de călători dela 350 milioane călători-km în anul 1950, la 490 milioane călători-km în 1955, iar cel al transportului de mărfuri dela 49 milioane tone-km la 144 milioane tone-km. Se va mări parcul de autobuze cu 22%, iar cel de autocamioane cu 60%.

Investiţiile ce se vor face în domeniul transporturilor şi comunicaţiilor rutiere în perioada cincinalului vor însuma 30,6 miliarde lei.

Reţeaua de drumuri naţionale va fi îmbunătăţită simţitor prin modernizarea a 1190 km de drum, precum şi prin refacerea a 10500 ml de poduri.

In transporturile rutiere, productivitatea muncii va creşte cu 69% faţa de anul 1950.

Art. 28. — Transportul fluvial şi maritim va fi folosit pe scară din ce în ce mai largă. Volumul transporturilor pe apă va atinge în anul 1955 un nivel de 167% faţă de anul 1950.

In cursul cincinalului se vor realiza în domeniul transportului fluvial şi maritim investiţii în valoare de 8,4 miliarde lei, renovându-se în cea mai mare parte parcul de vase existent şi construindu-se remorchere şi vase tehnice noi.

Se vor face amenajări în porturi, precum şi lucrări de protecţie a navigaţiei. Se va extinde mecanizarea manipulării mărfurilor în porturi.

Până la sfârşitul cincinalului va fi dat în exploatare Canalul Dunăre—Marea Neagră şi va fi terminată în mare parte construirea noului port la mare, Midia.

In ultimul an al cincinalului va fi dat în exploatare portul fluvial Cernavodă.

Cu ajutorul utilajului primit din U.R.S.S., lucrările de construcţie a Canalului vor fi în mare măsură mecanizate. Indicele de mecanizare al escavaţiilor va atinge 85%, iar al transportului la aceste lucrări va depăşi 90%.

Prin îmbunătăţirea continuă a organizării şantierelor de construire a Canalului Dunăre—Marea Neagră, prin folosirea metodelor înaintate sovietice, prin îmbunătăţirea folosirii utilajului şi prin ridicarea calificării cadrelor productivitatea muncii va creşte până la sfârşitul cincinalului cu 72%.

Se vor întocmi proiectele şi se vor face pregătirile pentru construirea Canalului Bucureşti—Dunăre.

Se va acorda o deosebită atenţiune lucrărilor de amenajare a cursurilor apelor din ţara noastră. In acest scop se alocă investiţii de 3,2 miliarde lei pentru studii, proiecte şi lucrări în bazinele Dunării, Prutului, Siretului, Argeşului, Oltului, Mureşului, precum şi pe râuri mai mici.

Se va înfiinţa un laborator central hidrotehnic.

Art. 29. — Transportul aerian de călători va atinge în anul 1955 un nivel de 190%, iar cel de mărfuri un nivel de 155% faţă de anul 1950.

Se vor construi şi amenaja aeroporturi şi piste betonate.

Art. 30. — In cursul cincinalului preţul de cost va scădea în ramura transporturilor cu cel puţin 20% faţă de 1950.

Art. 31. — In domeniul telecomunicaţiilor valoarea producţiei globale a prestaţiilor se va ridica în anul 1955 la nivelul de 117% faţă de 1950, iar investiţiile totale vor însuma 18,8 miliarde lei.

Se vor construi centrale automate cu 15.000 linii telefonice şi centrale manuale cu 20.000 linii telefonice, se vor instala 30.000 posturi telefonice noi, se vor construi 2.000 centre de radioficare cu 1.000.000 difuzoare, se vor construi centrale telegrafice pentru 960 linii, precum şi un post de radio-emisie şi 11 posturi de radio-recepţie pentru telegrafie.

Se vor asigura cu precădere legăturile telegrafice şi telefonice ale noilor centre administrative, stabilite prin raionarea teritoriului. Se va termina realizarea legăturilor de telefon ale tuturor comunelor de pe teritoriul ţării.

CAPITOLUL VI

RIDICAREA NIVELULUI DE TRAI

Art. 32. — Venitul naţional în ultimul an de plan va fi de 1200 miliarde lei în preţuri constante.

In cursul cincinalului, prin creşterea continuă a producţiei şi a circulaţiei mărfurilor, prin scăderea preţului de cost, prin acţiunile de interes social-cultural, se va asigura o creştere continuă a nivelului de trai al maselor muncitoare, astfel încât în 1955 să fie cu 80% mai ridicat decât în 1950.

MUNCĂ ŞI SALARII

Art. 33.— Numărul muncitorilor, tehnicienilor şi funcţionarilor din economia naţională va atinge în 1955 cca. 3.000.000, reprezentând o creştere de 38% faţă de 1950.

Clasa muncitoare va creşte cu 570.000 oameni, întărind baza socială a regimului nostru de democraţie populară în drum spre socialism.

Se va asigura formarea noilor cadre de muncitori, în mare măsură prin atragerea forţelor de muncă, ce se vor elibera din mediul rural, ca urmare a procesului de transformare socialistă a agriculturii, cât şi din rândurile tineretului şi femeilor din mediul urban încă neîncadrate în muncă.

Se vor pregăti un număr mare de muncitori calificaţi şi anume, la locul de muncă 500.000 muncitori, iar prin cursuri de calificare 585.000 muncitori.

Pentru nevoile agriculturii mecanizate se vor pregăti 60.000 tractorişti, 20.000 cadre tehnice agricole şi zootehnice, 8.500 cadre superioare de agronomi şi zootehnişti şi 1.000 medici veterinari.

In cursul planului cincinal, prin organizarea muncii, întrecerea socialistă, mecanizarea proceselor de producţie, calificarea muncitorilor, introducerea metodelor înaintate sovietice în muncă, productivitatea muncii va creşte cu 75% în industrie, cu 105% în agricultură (sectorul de Stat), cu 33% în transporturile feroviare.

Fondul total de salarii va atinge în ultimul an de plan 310 miliarde lei, adică 166% față de 1950.

Salariul mediu în industrie va crește până în 1955 cu 24% față de 1950.

Se va asigura un salariu comparativ mai ridicat muncitorilor, inginerilor și tehnicienilor din ramurile conducătoare ale economiei naționale și celor care lucrează în condițiuni de muncă grea și vătămătoare, ca în industria petroliferă, de cărbuni și minereuri, chimică, construcții de mașini și utilaj, industria cimentului.

Se va extinde aplicarea sistemului premial.

Munca în acord va atinge în ultimul an de plan 72% din totalul orelor lucrate de muncitori în industrie. In ramurile conducătoare ale economiei naționale se va extinde acordul progresiv.

Se vor introduce norme de muncă tehnice, ținându-se seama de gradul de desvoltare a proceselor tehnologice și de mecanizare a muncii.

In sectorul comerțului de Stat se va introduce salarizarea pe bază de norme după volumul desfacerilor.

CIRCULAȚIA MĂRFURILOR

Art. 34. — Valoarea fondului de mărfuri ce se va distribui populației prin comerțul de Stat și cooperatist va fi în anul 1955 de 500 miliarde lei, ceeace reprezintă 217% față de anul 1950.

Populația va primi în anul 1955, prin rețeaua comerțului de Stat și a cooperației :

Pâine	1.235.000	tone adică	187%	față de 1950
Zahăr	165.000	„ „	196%	„ „ 1950
Paste și produse făinoase	87.500	„ „	437%	„ „ 1950
Carne	260.000	„ „	361%	„ „ 1950
Grăsimi	140.000	„ „	418%	„ „ 1950
Unt	10.400	„ „	578%	„ „ 1950
Brânzeturi	19.000	„ „	311%	„ „ 1950
Lapte	1.700.000	hl „	1.700%	„ „ 1950
Pește	25.600	tone „	426%	„ „ 1950
Țesături de bumbac	271.000.000	m.l. „	175%	„ „ 1950
Țesături de lână	27.700.000	m.l. „	198%	„ „ 1950
Țesături de mătase	48.700.000	m.l. „	358%	„ „ 1950
Incălțăminte	20.700.000	per. „	168%	„ „ 1950

Până în anul 1955 valoarea desfacerilor prin rețeaua de alimentație publică din mediul urban va crește de 3,5 ori față de anul 1950.

In anul 1955 valoarea mărfurilor ce se vor distribui populației rurale va reprezenta 212% față de anul 1950.

Se va distribui :

Zahăr	176%	față de anul 1950		
Paste și produse făinoase	550%	„ „ „	1950	
Țesături de bumbac	184%	„ „ „	1950	
Țesături de lână	205%	„ „ „	1950	
Incălțăminte	183%	„ „ „	1950	
Petrol	243%	„ „ „	1950	
Sodă caustică	290%	„ „ „	1950	

In primii ani ai cincinalului regimul de aprovizionare raționat — pe bază de cartele — va fi desființat în mod treptat.

Se va lărgi din ce în ce mai mult desfacerea obiectelor casnice și de consum. Se vor da pe piața internă mai multe produse metalice de uz casnic, mașini de cusut, mașini de gătit, aparate de radio, mobilă, etc.

Rețeaua de desfacere cu amănuntul a comerțului de Stat va crește până în anul 1955, față de 1950, cu 90%, iar rețeaua de desfacere a cooperației la sate va crește cu 25%.

Se va intensifica valorificarea prin cooperație a disponibilului de produse agricole, sprijinindu-se astfel gospodăriile agricole colective și țărănimea muncitoare.

Se vor acorda pentru îmbunătățirea circulației mărfurilor investiții în valoare de 27,3 miliarde lei. Se vor crea în cursul cincinalului în cadrul comerțului de Stat și cooperatist 12.500 unități de desfacere, din care 3.700 în mediul rural.

Pentru păstrarea mai bună a mărfurilor și pentru aprovizionarea cu regularitate a unităților de desfacere se va organiza o largă rețea de depozite și se vor dota unitățile de Stat și cooperatiste cu utilaj frigorifer.

Capacitatea de însilozare și depozitare a produselor agricole va crește în cursul cincinalului cu 653000 t.

INVĂȚĂMÂNT ȘI CULTURĂ

Art. 35. — O deosebită atenție se va da ridicării nivelului cultural al maselor muncitoare. In cei 5 ani de plan se vor investi în acest domeniu 74 miliarde lei, din care pentru învățământ 40 miliarde lei.

In cursul cincinalului se va lichida analfabetismul. Numărul copiilor care vor urma învățământul preșcolar va ajunge în 1955 la 400.000 copii față de 200.000 în 1950. Se va asigura pregătirea cadrelor didactice necesare și construirea de localuri școlare. Se vor construi 270 localuri de grădinițe noi.

In clasele I—IV ale învățământului elementar vor fi cuprinși toți copiii de vârstă școlară, iar în clasele V—VII în anul școlar 1955—1956 vor urma în total 560.000 elevi față de 404.000 în 1950. In acest scop se vor construi 2 000 clase noi, 111 internate și se va mări prin amenajări capacitatea de școlarizare și cazare.

In învățământul mediu de toate gradele numărul elevilor va spori în 1955 la 383000, ceea ce înseamnă o creștere de 28% față de anul școlar 1950—1951.

In învățământul superior numărul studenților va spori la 78000, ceea ce înseamnă o creștere de 40%.

Se va începe construirea Centrului Universitar din București, care va deschide largi posibilități de însușire a unei înalte calificări științifice și profesionale.

Prin extinderea cursurilor serale și a celor prin corespondență, se va da o largă posibilitate ridicării calificării profesionale a celor ce sunt în câmpul muncii.

Numărul elevilor și studenților va fi în 1955 de 2.133.000. Se va mări rețeaua de școli în limba maternă a naționalităților conlocuitoare.

In scopul îmbunătățirii compoziției de clasă a populației școlare, se va da o mare extindere asistenței școlare. Numărul burselor în 1955 va fi de 540.000 față de 290.000 în 1950. Numărul elevilor și studenților găzduiți în cămine și internate va crește dela 170.000 în 1950, la 260.000 la sfârșitul cincinalului, iar numărul celor care vor lua masa la cantine va crește dela 260.000 în 1950, la 400.000 în 1955.

Art. 36. — Pentru desvoltarea culturii se vor investi 34 miliarde lei. Se vor crea centre puternice de cultură : Combinatul Poligrafic, „Casa Scânteii"; Centrul Cinematografic Buftea, Casa Radiofoniei, Teatrul Național și Opera din București.

Cartea și presa vor fi desvoltate corespunzător nevoilor mereu crescânde ale oamenilor muncii. Tirajul ziarelor se va dubla în 1955 față de 1950, iar numărul cărților editate va fi în ultimul an de plan de 93,6 milioane, adică 163% față de 1950. Se va asigura tipărirea unui număr suficient de ziare și cărți în limbile naționalităților conlocuitoare.

Pentru ridicarea nivelului cultural la sate se vor construi și amenaja noi cămine culturale și case de citit, numărul lor ridicându-se la sfârșitul cincinalului la 13.500 față de 11.500 în 1950. Se va continua înzestrarea căminelor cu aparate de proiecție, aparate de radio și biblioteci.

Cinematografia se va desvolta mult în cursul cincinalului, investindu-se în acest scop 5,4 miliarde lei. In cursul cincinalului se vor produce 18 filme artistice de lung metraj, 490 jurnale și 122 filme de scurt metraj.

In vederea promovării activității artistice se vor construi Teatrul Național și Opera din București. Se vor amenaja teatre regionale la : Constanța, Botoșani, Galați, Satu-Mare, Piatra-Neamț și se vor înființa 5 teatre mobile pentru activitatea teatrală în mediul rural.

Se vor pune în funcțiune 9 posturi noi de radio-emisiune, 5 studiouri regionale și se va termina Casa Radiofoniei, cheltuindu-se 7,5 miliarde lei în acest domeniu. Pentru desvoltarea radioficării în centrele muncitorești și la sate, se va investi suma de 3,4 miliarde lei.

Pentru desvoltarea activității sportive se vor investi 4,4 miliarde lei.

SĂNĂTATE

Art. 37. — In domeniul sănătăţii publice se vor investi 25 miliarde lei. In cursul cincinalului se va desvolta asistenţa medicală, în special în centrele muncitoreşti şi în mediu rural şi se vor pregăti 5.500 cadre medicale superioare (medici şi farmacişti) şi 13.500 personal sanitar auxiliar. Numărul total de paturi din toate unităţile sanitare puse la dispoziţia oamenilor muncii va creşte în cursul planului cincinal cu 19.500, atingând cifra de 94.500.

In vederea îmbunătăţirii asistenţei curativo-profilactice se vor construi noi spitale în Bucureşti, Reşiţa, Hunedoara, Petroşani.

Se va lărgi reţeaua de unităţi ambulatorii, creându-se 200 dispensare de circumscripţie rurală, 2.000 dispensare comunale şi 50 ambulatorii raionale.

Se va intensifica lupta împotriva mortalităţii infantile şi se va lărgi reţeaua medicală de specialitate, creându-se 800 case de naştere cu 4.000 paturi şi 110 dispensare de ocrotirea mamei şi copilului.

Lupta împotriva tuberculozei se va accentua atât prin măsuri preventive cât şi prin crearea unui număr de 4.100 paturi de sanatorii şi 62 dispensare de specialitate.

In cadrul combaterii sistematice a bolilor epidemice şi cu extindere în massă, se vor crea 120 staţiuni sanitare anti-epidemice regionale şi raionale, 2 unităţi producătoare de seruri şi vaccinuri, precum şi noi staţiuni antimalarice şi dispensare anti-veneriene. Se va mări considerabil producţia de sare iodată pentru combaterea gușei.

Pentru educaţia sanitară a masselor largi populare se vor crea 12 case de cultură şi educaţie sanitară.

In vederea îmbunătăţirii aprovizionării cu medicamente, instrumente şi aparatură medicală se vor construi: o fabrică complexă de medicamente, o fabrică de penicilină şi o fabrică de instrumente şi aparatură medicală.

Se va continua şi lărgi aplicarea măsurilor de protecţie a muncii prin noi amenajări de instalaţii şi prin înzestrarea cu materiale de protecţie.

Se va crea un institut de higienă şi protecţie a muncii la Bucureşti.

Pentru Asigurările Sociale de Stat se va investi suma de lei 9,6 miliarde.

Volumul ajutoarelor băneşti (pentru naşteri, boală, etc.) şi al pensiilor va atinge pentru întreg cincinalul 96.5 miliarde lei.

Ajutoarele băneşti vor atinge în 1955 un nivel de 180% faţă de 1950 iar pensiile 160%.

Numărul celor trimişi la odihnă în staţiunile balneo-climaterice va fi de 300.000 în 1955, adică 165% faţă de 1950 în care scop se va asigura amenajarea acestor staţiuni şi lărgirea capacităţii lor.

Numărul copiilor trimişi în colonii va fi în ultimul an al pianului cincinal de 170.000 faţă de 60.000 în 1950, reprezentând o creştere de 180%.

LOCUINŢE MUNCITOREŞTI ŞI GOSPODĂRII COMUNALE

Art. 38. — O deosebită grijă se va acorda construirii locuinţelor muncitoreşti în centrele industriale.

Se vor construi 2.800.000 m² locuinţe, în valoare de 43 miliarde lei, la Reşiţa, Hunedoara, Baia-Mare Petroşani, Valea Prahovei, Bacău, Bucureşti şi alte centre.

Art. 39. — In domeniul gospodăriilor comunale se vor desvolta lucrările de interes local, pentru ridicarea nivelului de trai al oamenilor muncii dela oraşe şi sate. In acest scop se vor investi 38,8 miliarde lei.

In Bucureşti se va construi prima parte a uzinei de apă dela Roşu, cu o capacitate de 50.000 m³/zi, mărindu-se în felul acesta debitul de apă potabilă al Capitalei cu 34%. Deasemenea se vor continua lucrările în cadrul planului general de canalizare a oraşului Bucureşti prin construirea a două mari canale colectoare, care vor deservi cartierele muncitoreşti şi periferice.

In celelalte regiuni ale ţării se va spori debitul de apă cu 58%, prin executarea lucrărilor de alimentare cu apă în centre industriale importante, precum şi prin continuarea celor începute în staţiunile balneo-climaterice şi în oraşele de pe litoralul Mării Negre.

Se vor îmbunătăţi mijloacele de locomoţie pentru oamenii muncii prin construcţii de noi linii de tramvai, trolleybuse şi autobuse, prin extinderi de reţele şi prin mărirea parcului circulant.

In vederea îmbunătăţirii reţelei rutiere regionale şi comunale, se vor moderniza şi reprofila 5.700 Km drumuri şi şosele. Se vor accelera lucrările de refacere a podurilor.

Pentru uşurarea executării construcţiilor ce cad în sarcina Sfaturilor Populare se vor înzestra cu utilaj întreprinderile locale de construcţii, ridicându-se coeficientul lor de mecanizare.

Se vor elabora planuri de sistematizare pentru Capitală şi centrele importante din ţară.

CAPITOLUL VII
MĂSURI ORGANIZATORICE

Art. 40. — Pentru aducerea la îndeplinire a prezentei legi, Marea Adunare Naţională însărcinează Consiliul de Miniştri :

a) să aprobe planurile anuale şi trimestriale pe întreaga economie naţională şi să repartizeze, pe ministere, instituţii şi organizaţii economice centrale, planul cincinal anual şi trimestrial în conformitate cu sarcinile cuprinse în prezenta lege ;

b) să organizeze şi să îndrumeze controlul permanent şi sistematic al executării planului cincinal, în scopul asigurării îndeplinirii lui şi pentru a lua măsuri imediate operative de înlăturare a greutăţilor ce apar şi de preîntâmpinare a disproporţiilor ce s'ar ivi ;

c) să stimuleze larga participare a muncitorilor, ţăranilor muncitori şi intelectualilor la realizarea planului cincinal prin desvoltarea şi lărgirea întrecerii socialiste şi a altor metode de muncă socialistă, urmând exemplul măreţ al mişcării stahanoviste, astfel ca planul cincinal să fie nu numai îndeplinit, ci chiar depăşit ;

d) să ia măsurile necesare realizării în bune condiţiuni a planului cincinal, în special prin :

1. Intărirea disciplinei de plan şi a disciplinei financiare în toate întreprinderile, unităţile şi organizaţiile economice centrale.
2. Apărarea, consolidarea şi desvoltarea proprietăţii socialiste în cele două forme ale sale: proprietate de Stat şi proprietate cooperatist-colectivă.
3. Profilarea întreprinderilor industriale determinându-se cadrul lor de desvoltare şi categoriile de produse cele mai potrivite fiecărei întreprinderi şi mărindu-se astfel capacitatea lor de producţie.
4. Intensificarea activităţii de standardizare, în primul rând în domeniul industriei grele, electrotehnice, a materialelor de construcţie şi agriculturii, precum şi înrădăcinarea aplicării stricte a standardelor elaborate.
5. Organizarea şi conducerea muncii pe bază de grafice de producţie, creându-se astfel în întreprinderi condiţiile necesare pentru asigurarea unei producţii ritmice uniforme cu o dinamică crescândă, care să înlăture neuniformitatea în producţie, încetineala la începutul perioadei şi „asaltul" la sfârşitul ei.
6. Mobilizarea tuturor resurselor întreprinderilor şi mărirea capacităţii lor de producţie, urmărindu-se o mai bună şi mai raţională folosire a utilajului şi maşinilor, utilizarea completă a fondului de timp de lucru, stimularea inovaţiilor şi raţionalizărilor şi introducerea lor în practică.
7. Atragerea în munca pentru desvoltarea economică a ţării a tuturor instituţiilor şi organizaţiilor ştiinţifice, pentru a se lega cât mai strâns cercetările ştiinţifice de nevoile tehnico-economice ale economiei noastre naţionale.
8. Lichidarea deficienţelor existente în organizarea evidenţelor, în comunicarea şi centralizarea datelor statistice la întreprinderi şi instituţii.
9. Intărirea şi generalizarea gospodăririi socialiste (hozrasciot) ca metodă de conducere a întreprinderilor socialiste.
10. Imbunătăţirea muncii de îndrumare şi conducere a întreprinderilor de către organizaţiile economice centrale tutelare, care vor stabili legături mai strânse şi o conducere mai concretă a întreprinderilor în subordinea lor.

11. Intărirea conducerii unice în întreprinderi şi întărirea şi lărgirea răspunderii personale pentru toate cadrele din organizaţiile economice de Stat şi cooperatiste.

12. Imbunătăţirea muncii de planificare în toate unităţile dela întreprindere până la minister, prin sistematizarea metodelor de lucru, prin ridicarea calificării personalului şi prin organizarea şi întărirea organelor de planificare.

13. Generalizarea încheierii contractelor economice între întreprinderi şi întărirea disciplinei contractuale.

14. Imbunătăţirea calităţii produselor şi lărgirea sortimentelor, mai ales la bunurile de larg consum.

15. Inlocuirea materiilor prime deficitare şi scumpe şi în primul rând a celor din import cu materii prime care se găsesc în ţară în cantităţi suficiente şi care în prezent nu-şi găsesc întrebuinţarea corespunzătoare.

Deasemenea, se va pune un accent deosebit pe folosirea pe scară cât mai largă a tuturor surselor locale de materii prime, materiale, combustibil şi energie, cât şi pe utilizarea deşeurilor recuperabile.

16. Introducerea unui regim sever de economii atât prin reducerea consumului de materiale, combustibil şi energie electrică, prin micşorarea continuă şi sistematică a numărului de rebuturi şi a deşeurilor, cât şi prin înlăturarea risipei şi a cheltuielilor inutile.

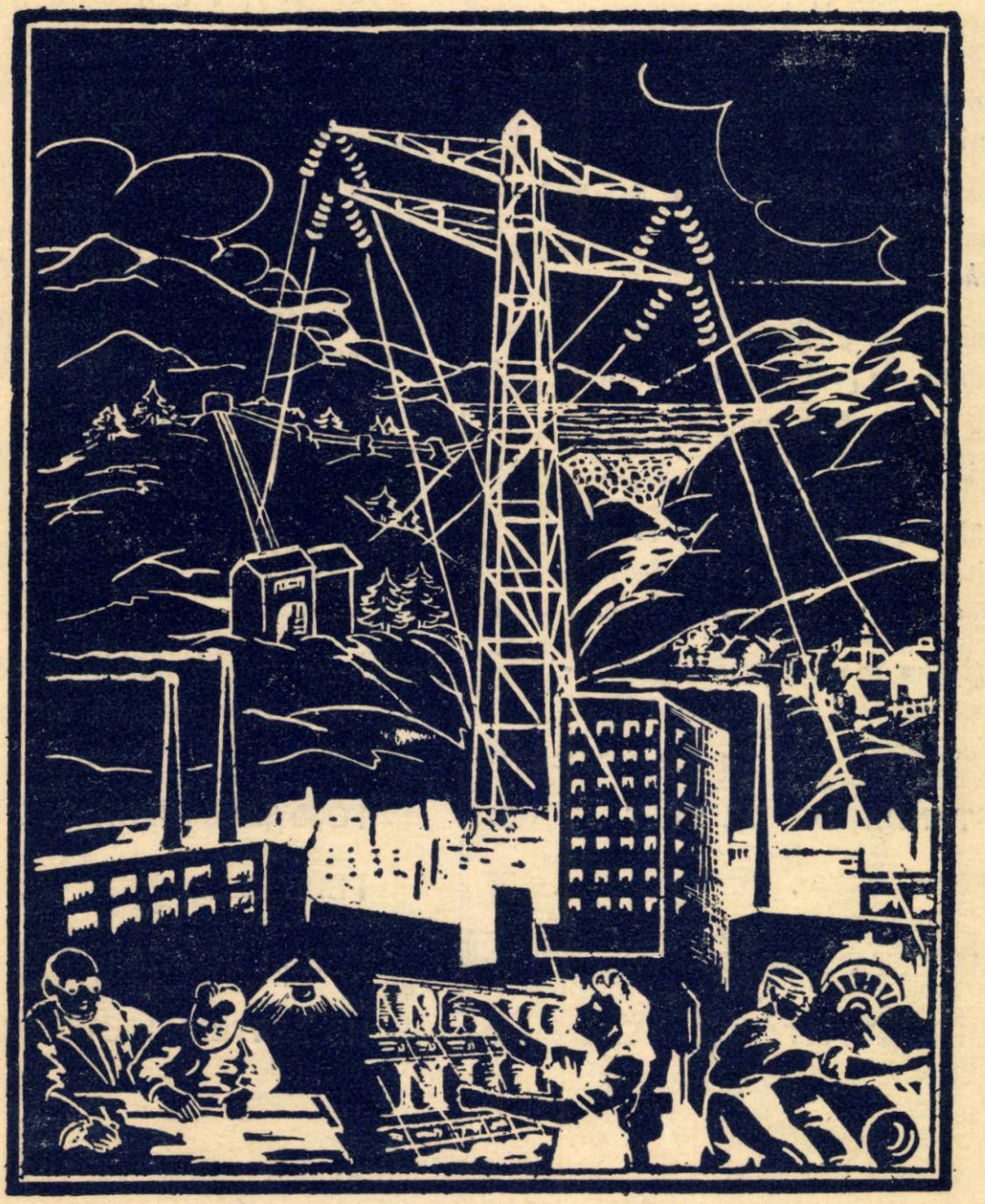
CENTRUL POLIGRAFIC Nr. 3 — INTREPR. IND. DE STAT

E 1927

ELECTRICITATEA

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE

KÖZPONTI TECHNOLÓGIAI KÖNYVTÁR



2

EDITURA TEHNICĂ
1951

SUMAR

	Pag.
Electrificarea factor de construire a comunismului în U.R.S.S.	1
Măreţele lucrări hidroelectrice din U.R.S.S. prevestitoare ale comunismului, de ing. *B. Popovchi*	4
Aspecte tehnice ale fenomenelor reactive şi deformante, de prof. ing. *C. Budeanu*	13
Determinarea puterii instalate la uzinele hidroelectrice, de ing. *Gh. Cioară* . . .	19
Protecţia stâlpilor metalici contra efortu-rilor longitudinale accidentale, de ing. *Traian Ionescu*	26
Calculul scăpărilor în crestătură la bobinajele în două straturi cu pas scurtat, de ing. *A. Vasilescu*	33
STANDARDE DE STAT . .	37
RECENZII	38
REVISTA REVISTELOR . .	39
DIN ACTIVITATEA A. S. T. .	40

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Электрификация фактор строительства коммунизма в СССР	1
Грандиозные гидротехнические строительные работы в СССР, предвестники коммунизма, инж. Б. Поповского	4
Техническая сторона реактивных и искажающих явлений, проф. инж. К. Будяну	13
Определение установленной мощности гидроэлектрических станций, инж. Г. Чиоарэ	19
Защита металлических столбов от аварийных продольных усилий, инж. Траян Ионеску	26
Расчет рассеяния в пазе двухслойных катушек с укороченным шагом, инж. А. Василеску	33
ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАТЫ .	37
РЕЦЕНЗИИ	38
ОБЗОР ЖУРНАЛОВ	39
ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ А.С.Т. . . .	40

ANUL II
Nr. 2

ELECTRICITATEA

FEBRUARIE
1951

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE

Apare lunar sub îngrijirea unui comitet de redacţie

Redacţia Bucureşti * Str. Thomas Masaryk Nr. 17 * Telefon 1.26.15

KÖZPONTI TECHNOLÓGIAI KÖNYVTÁR

ELECTRIFICAREA — FACTOR DE CONSTRUIRE A COMUNISMULUI ÎN U.R.S.S.

In ultimele luni, întregul popor sovietic a trăit cu încordare şi elan începutul marilor lucrări hidroelectrice, care vor caracteriza în istorie epoca stalinistă: uriaşele hidrocentrale ce se ridică pe Volga, la Kuibâşev şi Stalingrad, marele canal Turcmen şi sistemul de irigaţie dela Kahovca.

Din multe şi diferite locuri deodată, din cercuri de teoreticieni şi muncitori, de tehnicieni şi de ţărani colhoznici, de mineri şi oameni de ştiinţă, a răsunat un glas unic «acestea sunt construcţiile care vestesc zorile comunismului».

O analiză marxist-leninistă dela socialism la comunism — forma cea mai avansată a orînduirii comuniste — ne arată că trebue să căutăm şi aici în primul rând mijloacele de producţie, născute şi perfecţionate în societatea socialistă şi identificate cu ea.

Electrificarea a fost un factor important de construire a socialismului în Ţara Sovietelor, iar perfecţionarea adusă industriei, transporturilor şi agriculturii şi perfecţionarea însăşi a electrificării, adâncirea şi răspândirea ei, vor caracteriza epoca comunismului.

Cuvintele clarvăzătoare, dialectice, ale Marelui Lenin, spuse la Congresul al VIII-lea al Sovietelor în 1920, «*Comunismul este puterea Sovietică, plus electrificarea întregii ţări*», sunt o lozincă ce-şi păstrează şi în zilele noastre însemnătatea şi întreaga ei forţă mobilizatoare.

Realizând măreţele planuri cincinale staliniste, poporul sovietic a tradus în viaţă lozinca lui Lenin şi a construit socialismul în U.R.S.S. Realizând acum marile construcţii începute, se începe înfăptuirea comunismului.

Din 1918 şi până azi, industria sovietică a atins un grad important în electrificarea industriei, a transportului şi a agriculturii, prin mecanizarea cea mai avansată pe care o face posibilă electricitatea. Acum satul sovietic se apropie din ce în ce mai mult de oraş, iar azi avem dovadă de lichidarea diferenţelor, în oraşele colhoznice ce iau naştere pe întinsul U.R.S.S.

In primul rând fiind nevoie de mărirea producţiei a însăşi energiei electrice, se vor construi centrale noi electrice de diferite tipuri, care să alcătuiască mari sisteme energetice. In regiunile bogate în ape, cum este cazul Volgei, al Niprului şi al Donului, construirea uriaşelor hidrocentrale satisface această cerinţă. In sistemul hidrografic al Siberiei, imensele fluvii Obi, Jenisei şi Lena, precum şi alte fluvii mari vor fi amenajate pentru a se procura cantităţi uriaşe de energie electrică şi în acelaş timp să se alimenteze cu apă dulce Aralul şi Caspica, care prin evaporări şi scăderea debitului afluenţilor folosiţi la irigare îşi vor coborî nivelul.

In regiunile de cărbuni şi mai ales de turbă, se va produce din ce în ce mai multă energie electrică pe baza acestor combustibili, iar în regiunile unde bate vântul, acesta neputându-se înmagazina, se instalează sisteme de pompe acţionate de generatori eolieni, iar apa acumulată în rezervoare poate produce energie electrică atunci când este nevoie.

Noile construcţii sovietice ridică problema liniilor de transport I.T. Pe lângă continuarea desvoltării reţelei de centrale electrice şi a liniilor de curent alternativ, care vor fi duse până la 400 kV, se ridică o problemă nouă: introducerea şi extinderea sistemului de transport cu ajutorul curentului continuu. Aceasta va permite o considerabilă mărire a distanţelor de transport. Furnizarea energiei în regiuni lipsite de izvoare de energie dar bogate în materii prime, va fi rezolvată într'un mod nou. Folosirea curentului continuu eftineşte transportul energiei electrice, micşorând pierderile pe parcurs şi contribue la economisirea materialului conductelor şi aparatajului de transformare. Face deasemenea utilizabile cele mai îndepărtate izvoare de energie.

O caracterizare a stadiului tehnic la care s'a ajuns prin electrificare în U.R.S.S. şi care decide perfecţionarea însăşi a electricităţii este trecerea treptată dela electromotorul unic, la motorul electric individual, legat organic cu maşina sau făcând corp cu maşina de executat lucrările. O desvoltare tot mai mare iau agregatele cu

mai multe motoare. Aceste agregate sunt construite în aşa fel încât fiecare maşină, fiecare operaţie tehnică, este deservită de un motor propriu.

Această trecere înainte spre agregatele cu mai multe motoare, aduce o însemnată economisire de energie, care se pierdea în trecut în transmisiile interne. Se creează în acelaş timp un sistem elastic pentru conducerea maşinilor şi se creează premizele pentru o automatizare completă a funcţionării lor.

In U.R.S.S. funcţionează maşini ale căror motoare au viteza reglată în funcţie de viteza necesară organelor productive ale maşinii. Astfel se rezolvă problema schimbărilor de viteză a maşinilor de lucru.

Un exemplu tipic de o astfel de maşină complexă este excavatorul electromecanic modern, de mare putere. Acest excavator sovietic este o adevărată uzină mobilă. El posedă motoare electrice speciale pentru fiecare din funcţiile sale: pentru locomoţiune, apucare, ridicare, etc.

La fel este carul laminoarelor care are mai multe motoare; la avionul greu de luptă, unde există zeci şi zeci de motoare electrice individuale, legate de organele de comandă automată; deasemeni este caracteristic exemplul agregatelor folosite în industria de maşini: fiecare parte a agregatului îşi are motorul său electric propriu care intră în funcţiune în momentul cerut de procesul tehnologic respectiv.

Un alt sector unde electrificarea a adus condiţii tehnice noi şi avansate, este transportul feroviar. Utilizarea pe liniile principale a puternicelor locomotive electrice, fabricate de industria sovietică, permite o sporire considerabilă a capacităţii de transport în sectoarele cele mai aglomerate ale reţelei electrificate.

Pe de altă parte în regiunile petrolifere ale U.R.S.S. sunt folosite puternice automotoare, ale căror motoare electrice sunt alimentate de propria instalaţie de generatoare Diesel, cu reglare automată. Locomotiva aceasta este complet autonomă, ea nu depinde de reţeaua de alimentare electrică, şi nici de bazele de apă şi are în acelaşi timp şi calităţi de tracţiune excelente, proprii locomotivelor acţionate cu electromotoare pe fiecare din axele principale.

Dar în afară de mecanizarea şi automatizarea generală a industriei electromecanice, electrificarea se îndreaptă azi din ce în ce mai mult asupra tehnologiei electrice.

Electrotehnologia priveşte procesele electrotermice şi electrochimice. Electrotermia cuprinde întregul sistem de cuptoare electrice industriale de cele mai diferite tipuri, funcţionând fie prin efectele termice ale arcului voltaic, fie prin curenţi de înaltă frecvenţă, care produc încălzirea metalului şi topirea lui. Electrotermia constitue însăşi baza producţiei metalelor superioare. Intreaga tehnică nouă aplicată la fabricarea acestor metale este strâns legată de aplicarea eficientă a proceselor termice.

Curentul de I.F. oferă metode perfecte de călire a pieselor, acestea pot căpăta deodată şi duritatea necesară la suprafaţa piesei şi plasticitatea din interiorul ei, ceea ce era imposibil de realizat prin vechile metode. Astfel arborele cotit, la motoarele cu combustiune internă, se făcea înainte dintr'un aliaj special, de calitate superioară, pentru a avea calităţile de duritate şi rezistenţă cerute.

Astăzi uzinele sovietice, datorită procesului termic folosit la călire, fabrică arborele cotit dintr'un metal mai eftin supunându-l pentru un anumit timp la acţiunea aparatului electrotermic de călire cu curenţi de înaltă frecvenţă; gradul de duritate creşte în părţile ce vor suporta presiunea principală în timpul funcţionării motorului.

Productivitatea acestei metode de tratament termic, cu ajutorul curenţilor de I.F. este foarte mare. Durata procesului de călire a piesei se scurtează foarte mult. Se vede numaidecât că utilizarea pe o scară largă a curentului de I.F. în industria prelucrătoare a metalelor poate aduce economii considerabile.

Această tratare electrotermică nu constitue însă decât o parte din marile posibilităţi de utilizare a curentului de I.F. Aceşti curenţi pot fi utilizaţi pe scară largă în numeroase sectoare ale industriei, la uscarea lemnului industrial, în industria alimentară, a conservelor, industria construcţiilor, etc.

Dar efectul revoluţionar al curentului electric, care pătrunde din ce în ce mai mult în cele mai variate ramuri ale economiei naţionale, nu este încă decât la începutul desvoltării sale.

Electricitatea reprezintă una din puţinele forme de energie care poate fi transformată în întregime în energie chimică. Trebue găsite numai căile. In această privinţă Marx spune: « *Tot aşa cum omul are nevoie de plămâni pentru a respira, el are nevoie de un aparat făcut de mâinile sale dacă vrea să ajungă la folosirea forţelor naturale pentru producţie. Este nevoie de o roată hidraulică pentru a folosi forţa motrică a apei şi de o maşină cu vapori pentru a folosi puterea aburului* ».

Oamenii sovietici au găsit metodele cele mai raţionale ale acestei transformări, cele mai ştiinţifice şi astfel tehnologia electrochimică în U.R.S.S. ia un avânt mare.

Procesele electrochimice sunt din ce în ce mai mult întrebuinţate în industrie. Existenţa a numeroase ramuri-cheie ale industriei, legate şi ele de tehnica nouă, este de neînchipuit fără aplicarea electrochimiei.

Citâm dintre ele: fabricarea electrolitică a aluminiului, a cuprului electrolitic foarte pur şi a altor metale.

Metodele noi îşi fac drum şi aici. După principiul leninist, se foloseşte din ce e vechi tot ce este bun, dar nu se consideră ca dogme rezultatele anterioare. Astfel, până acum doctrina clasică cerea electrolizarea soluţiilor şi apoi a topiturilor substanţelor binare în stare de fuziune.

Astăzi electroliza se aplică şi gazelor, ceea ce deschide ramuri şi posibilităţi cu totul noi. Se poate astfel fabrica acetilena din gaze naturale, acidul azotic din aer, se poate face prelucrarea electrolitică a unei întregi serii de substanţe necesare industriei de sinteză pe baza oxidului de carbon şi a hidrogenului.

In ce priveşte utilizarea practică a energiei electrice în viaţa curentă şi cea profesională, trebue să amintim aci că în fruntea şcolii sovietice de iluminare prin fluorescenţă a stat savantul academician profesorul Serghei Vavilov.

Lumina fluorescentă care se pune la punct acum în Uniunea Sovietică va revoluţiona toată tehnica iluminatului.

Iată câteva din aspectele mersului înainte al tehnicei sovietice, consecinţă a electrificării avansate. Tehnica aceasta deschide perspective noi şi extrem de vaste pentru progresul culturii generale şi profesionale. Radioficarea nu rămâne numai un instrument de răspândire a culturii în mase. Ea devine un mijloc de control, îndrumare şi instructaj industrial. Brigăzile care lucrează pe suprafeţe mari, cum sunt tractoarele electrice, escadrilele de avioane, grupurile unui combinat dispersate pe scară mare, muncitorii din transporturi (trenuri, vapoare) primesc prin radioficare instrucţiunile, normele şi li se face controlul muncii pe această cale. Televiziunea pătrunde în popor. Radiolocaţia este folosită pentru apărarea Patriei, pentru dirijarea dela distanţă prin radio a maşinilor, a avioanelor, a vapoarelor.

Toate acestea sunt legate de progresul aparatajului de înaltă frecvenţă, deci a tehnicei electronice, care este foarte avansată în U.R.S.S.

Iată cum electrificarea care se face astăzi în U.R.S.S. în proporţii nemaiîntâlnite încă în istorie, contribue la construirea comunismului, asigurând o repartiţie după nevoile oamenilor, deci un trai fericit oamenilor sovietici.

«COMUNISM INSEAMNĂ PUTEREA SOVIETICĂ PLUS ELECTRIFICAREA INTREGII ŢĂRI. NUMAI ATUNCI ŢARA VA FI ELECTRIFICATĂ, CÂND INDUSTRIA, AGRICULTURA ŞI TRANSPORTUL VOR FI PUSE PE BAZA TEHNICĂ A MARII INDUSTRII MODERNE, NUMAI ATUNCI VOM INVINGE DEFINITIV. DACĂ RUSIA SE VA ACOPERI CU O REŢEA DEASĂ DE UZINE ELECTRICE, DE INSTALAŢIUNI TEHNICE PUTERNICE, CONSTRUCŢIA NOASTRĂ ECONOMICĂ COMUNISTĂ VA DEVENI UN MODEL PENTRU VIITOAREA EUROPĂ ŞI ASIE SOCIALISTE».

V. I. LENIN

MĂREȚELE LUCRĂRI HIDROELECTRICE DIN U.R.S.S. PREVESTITOARE ALE COMUNISMULUI

de ing. B. POPOVSCHI

Acum trei ani din inițiativa tovarășului Stalin a fost lansat planul grandios de transformare a naturii din Uniunea Sovietică.

Lucrările prevăzute în plan urmează să fie executate în 15 ani.

Realizarea acestui plan va schimba natura din regiunile de stepă și de silvostepă din Uniunea Sovietică. Odată cu aceasta se vor schimba și condițiile de muncă în agricultură, care va fi ferită de capriciile climei de astăzi cu ani secetoși frecvenți și vânturi uscate. Clima stepelor va deveni mai umedă, iar recoltele se vor mări și vor deveni mai stabile.

După cum arată tovarășul Bulganin în raportul său făcut cu prilejul celei de a 33-a aniversări a Revoluției Socialiste din Octombrie, planul trasat în 1948, este îndeplinit cu succes. Numai în 2 ani au fost făcute plantări de păduri pe o suprafață de 1,3 mil. ha. Au fost create câteva mii de lacuri și rezervoare.

In luna August a anului trecut a fost luată o hotărîre importantă menită să intensifice munca agricolă pe terenurile irigate. S'a hotărît ca pe o suprafață care trece de 4,3 mil. ha să se treacă la un nou sistem de irigație.

Canalele permanente de irigație folosite până acum fărâmițau terenurile irigate și împiedicau întrebuințarea rațională a mașinilor pe terenurile irigate. Aceste canale vor fi înlocuite prin canale temporare, care se vor săpa pe cale mecanică și vor fi acoperite după trecerea perioadei de vegetație, când nu va mai fi nevoie de distribuit apă. In felul acesta va putea fi mărită suprafața terenurilor irigate și prin folosirea mai bună a mașinilor.va crește productivitatea muncii pe terenurile irigate.

O nouă etapă de importanță covârșitoare în planul stalinist de transformare a naturii, va însemna înfăptuirea lucrărilor gigantice pe Volga, Amu Daria, Nipru și Don.

Aceste lucrări uriașe care vor da viață nouă terenurilor enorme din deșerturile de astăzi, vor da energie electrică abundentă și ieftină industriei și agriculturii asigurând desvoltarea lor impetuoasă, vor crea adevărata bază materială a comunismului. Infăpturirea lor acuma când conducătorii țărilor imperialiste sunt preocupați de pregătirile unui nou război mondial și când puțin le pasă de degradarea terenurilor secătuite de exploatarea nerațională din țările lor, arată clar prăpastia care există între mersul victorios și pașnic al economiei socialiste și concepțiile aducătoare de moarte și distrugere ale imperialismului.

Planurile grandioase anunțate vor fi înfăptuite, și în 5—6 ani vor fi puse în funcțiune cele 2 uzini gigantice de pe Volga, însumând o putere de 2 ori mai mare decât aceea prevăzută în planul Goelro.

Cele 2 etape — Planul Goelro alcătuit de Lenin acum 30 de ani și lucrările uriașe anunțate recent, afirmă odată mai mult vitalitatea economiei planificate socialiste și arată drumul glorios parcurs de Uniunea Sovietică dela Revoluția Socialistă din Octombrie până astăzi.

Măreția lucrărilor noi de pe Volga, din Turkmenia și de pe Nipru și Don va apare și mai pregnantă dacă ne vom opri asupra unora din ele, pentru a vedea din ce constau aceste lucrări, în parte, ce efecte concrete vor avea și care sunt mijloacele necesare executării acestor lucrări.

II

In legătură cu amenajările de pe Volga, trebue arătat că Volga este fluviul cel mai mare din Europa.

Volga izvorește dintr'un lac — lacul Seliger de pe platoul Valdai, la o cotă de 299 m deasupra nivelului Mării Caspice și de numai 273 m deasupra nivelului Mării Negre. Ea se varsă în Marea Caspică, după un drum de 3750 km, din care 3256 km erau navigabili în mod natural.

Bazinul hidrografic al Volgăi se întinde pe o suprafață de 1 350 000 km² Menționăm pentru comparație că bazinul Dunării ocupă circa 890 000 km² Fluviul are numeroși afluenți importanți. Chiar în epocile secetoase, adâncimea naturală a Volgăi nu scade sub 0,9—1,2 m. în partea ei superioară, la Nord de orașul Gorki până la Scerbacov (Râbinsc) și sub 1,40—2,20 m dela Gorki până la Astrahan. Aceasta se explică prin panta redusă a fluviului. Intr'adevăr, panta medie este de numai 7,3 cm pe km, panta maximă în cursul superior al Volgăi fiind de 17,3 cm pe km. Datorită adâncimii suficiente este posibilă circulația vaselor de mare tonaj.

Debitul Volgăi, măsurat în aval de confluența ei cu Duborca, la circa 30 km mai sus de Stalingrad, de unde nu mai primește niciun afluent important, variază între 2060 și 41800 m³/s. Debitul anual este de 256 km³.

Ideea amenajării integrale a fluviului Volga, a folosirii cât mai raționale a apei care curge prin acest colos, pentru navigație, pentru irigație și pentru producere de energie electrică nu este nouă. Studiile sistematice pentru transformarea fluviului Volga în « Volga cea Mare »; au început în 1927, când profesorul Ciaplighin a propus o schemă generală de amenajare a fluviului.

Dar primele propuneri pentru construcția unei uzini hidroelectrice pe Volga, la Kuibâșev

au fost făcute mult mai de mult. Incă în anul 1910 inginerul Krjijanovsky, actualul academician şi preşedinte al Institutului Energetic al Academiei de Ştiinţe din U.R.S.S., a venit cu propunerea de-a tăia printr'un canal drept, cotul dela Kuibâşev pentru a realiza în felul acesta o cădere de 6 m care să permită amenajarea unei uzini hidroelectrice, propunere pe care regimul ţarist nu a avut interesul şi nici nu era în stare s'o realizeze.

Realizarea « Volgăi mari » înseamnă de fapt transformarea fluviului într'un şir de lacuri imense care coboară în trepte spre Marea Caspică. Problema este de proporţii uriaşe şi nu putea fi atacată decât în etape.

Primele lucrări pe Volga au fost făcute în anii 1932—1937 odată cu construirea Canalului Moscova-Volga.

Fig. 1.

La intrare în canal pe Volga a fost amenajată uzina hidroelectrică Ivancovo de 28 000 kW, creîndu-se în spatele barajului acestei uzini un lac cu o capacitate de peste un miliard de m^3. de apă (1120 milioane m^3.) Volumul util de apă în marea Moscovei atinge 890 mil. m^3. iarna şi 600 mil. m^3. vara (din cauza navigaţiei).

Prin construcţia barajului dela Ivancovo s'a creat o treaptă pe Volga de 18 m înălţime.

In 1939 a fost amenajat centrul hidrotehnic dela Uglici cu o uzină de 110 000 kW (2 unităţi a 55 000 kW). In felul acesta au apărut un nou lac şi o nouă treaptă pe Volga.

Totuşi, partea Volgăi între Ivancovo şi Scerbacov gâtuia navigaţia din cauza adâncimii reduse a fluviului pe această porţiune în special vara.

In Mai 1941 se deschide calea navigabilă adâncă prin ecluza centrului hidrotehnic Scerbakov (fost Râbinsk). Marea « Râbinsc » creată prin închiderea văilor râurilor Volga, Secma şi Mologa cu baraje şi diguri care se întind pe o lungime de peste 100 km, este cel mai mare lac artificial din Uniunea Sovietică. Acest lac ocupă o suprafaţă de 4550 km^2 şi este de 18—20 ori mai mare decât marea Moscovei dela Ivancovo. Capacitatea lacului Scerbacov este de 25,2 miliarde m^3 din care 15 miliarde m^3 reprezintă capacitatea utilă pentru uzina hidroelectrică dela Scerbacov. Lacul Râbinsk marchează a treia treaptă pe Volga.

Puterea uzinii Scerbacov este de 330 000 kW împărţită în 6 unităţi. Echiparea completă a uzinii este prevăzută în planul cincinal care expiră la sfârşitul anului în curs.

In anul 1949 a început construcţia uzinii dela Gorki care va fi de cca 400 000 kW putând da peste 1,5 miliarde kWh pe an.

Amenajările hidrocentrului dela Kuibâşev vor cuprinde: uzina hidroelectrică, un baraj deversor de beton, un baraj de pământ şi ecluzele pentru navigaţie. Peste barajul dela Kuibâşev, Volga va fi traversată de o cale ferată normală şi o şosea.

Lungimea barajului dela Kuibâşev va fi de 5—5,5 km, iar înălţimea de 30 m. Căderea ce va fi realizată la Kuibâşev va fi de cca 25 m. In spatele barajului va fi creat un lac mult mai mare decât marea Râbinsk. Capacitatea lacului dela Kuibâşev va fi de 42 miliarde m^3, iar înălţarea apei se va întinde pe o distanţă de cca 500 km, până la Ceboksarî. Lăţimea maximă a lacului va atinge 40 km. Valurile din lac vor putea atinge înălţimea de 2,5—3 m. In legătură cu aceasta se pune problema revizuirii construcţiei vaselor, care vor circula pe Volga.

Construcţia va cere executarea a 150 mil. m^3 lucrări de pământ şi aproape 6 mil. m^3 lucrări de beton care vor necesita peste 2 mil. tone de ciment. Vor trebui montate peste 200 mii tone construcţii metalice.

Uzina electrică dela Kuibâşev va avea o putere de cca 2 mil. kW. Ea va fi deci de 3 ori mai mare decât uzina de pe Nipru. Intr'un an mijlociu uzina dela Kuibâşev va putea produce cca 10 miliarde kWh.

Această energie va fi împărţită după cum urmează:

6,1 miliarde kWh vor fi transmise în regiunea industrială a Moscovei, la o distanţă de 8—900 km, 2,4 miliarde kWh vor servi întreprinderilor industriale din Kuibâşev şi Saratov, 1,5 miliarde kWh vor fi folosite pentru irigarea unui milion de ha din colhozurile şi sovhozurile de pe malul stâng al Volgăi, şi pentru electrificarea gospodăriei rurale în primul rând pe suprafeţele irigate.

Puterea şi dimensiunile grupurilor de forţă din uzina electrică dela Kuibâşev vor fi foarte mari.

Turbinele vor fi de tipul Kaplan cu roată având palete mobile, ca acelea dela uzina Scerbacov, însă de dimensiuni mai mari.

Iată care sunt dimensiunile grupurilor dela uzina Scerbacov:

Arborele turbinei are grosimea de 1,3 m. Statorul generatorului electric are un diametru de 14 m. Înălţimea totală a grupului atinge 35 m, adică cât o casă cu 12 etaje, iar greutatea părţilor în rotaţie este de 2000 tone.

O greutate imensă de 3—4000 tone, formată din greutatea părţilor în rotaţie ale grupului şi din forţa de apăsare a apei care trece prin turbină, va trebui să fie suportată de lagărul de suspensiune al grupului. Realizarea unui lagăr pe capacul turbinei care să poată funcţiona în bune condiţiuni, suportând această sarcină formidabilă, este o problemă foarte gingaşă. Se ştie că tehnicienii sovietici au rezolvat în mod strălucit problema lagărului de suspensiune la grupurile uzinii Dneproghes, în timp ce lagărele construite de firma americană General Electric, care a furnizat primele 3 grupuri pentru uzina de pe Nipru, n'au dat rezultate satisfăcătoare în exploatare şi au trebuit să fie reconstruite.

Ecluzele dela Kuibâşev ca şi acelea dela Stalingrad vor fi de acelaş tip ca pe canalul Moscova-Volga, adică vor avea o adâncime de 5,5 m, permiţând trecerea vaselor fluviale de tonajul cel mai mare folosit în U.R.S.S.

* * *

Uzina hidroelectrică dela Stalingrad ca ordin de mărime, cădere şi condiţii de amenajare se aseamănă cu uzina dela Kuibâşev.

Lacul hidrocentrului dela Stalingrad se întinde pe o lungime de peste 500 km, trecând dincolo de Saratov. Lăţimea maximă a lacului este de 20—25 km. Capacitatea lacului este ceva mai mică decât a lacului dela Kuibâşev, fiind de cca 30 miliarde m^3 Din lac va porni un canal principal înspre râul Ural. Volumul de lucrări dela Stalingrad este şi el foarte mare.

Lucrările de pământ se cifrează la cca 100 mil. m^3 pentru hidrocentru fără canalul principal şi la 600 mil. m^3 dacă adăugăm acestui canal şi sistemul canalelor de irigaţie.

Lucrările de beton şi de beton armat se ridică la 6,5 mil. m^3.

Puterea uzinii dela Stalingrad este fixată la cel puţin 1,7 mil. kW, producţia anuală într'un an mediu fiind aceeaş ca a uzinii Kuibâşev, adică 10 miliarde de kWh.

Energia produsă va fi împărţită după cum urmează:

4 miliarde kWh vor fi transmise la Moscova, la o distanţă de peste 1000 km., 2,8 miliarde kWh vor fi transmise în regiunile de dincolo de Volga, 2 miliarde kWh vor fi folosite pentru irigaţie şi alimentare cu apă, 1,2 miliarde kWh vor fi transmise în regiunile centrale cu cernoziom.

Datele asupra celor 2 uzini vor fi rezumate în următoarele cifre:

Producţia anuală de energie electrică a celor două uzini va fi de cca 20 miliarde kWh.

Repartiţia energiei produse se va face pe un teritoriu imens.

Pentru transmiterea energiei electrice în regiunile de consum trebue construite multe linii de transport de mare tensiune, printre care două linii principale pentru tensiunea de 400 kilovolţi: Kuibâşev-Moscova şi Stalingrad-Moscova. Lungimea liniilor de 400 kV va fi de cca 2000 km, iar lungimea liniilor de 220 kV care vor transporta energia în regiunile de lângă Volga va trece de 2000 km.

	Uzina dela Kuibâşev	Uzina dela Stalingrad	Total
Puterea instalată (mii kW)	cca 2000	cel puţin 1700	3700
Energia produsă într'un an mijlociu (miliarde kWh) .	cca 10,	cca 10	20
Repartiţia energiei produse (miliarde kWh):			
pt. Moscova . . .	6,1	4	10,1
pt. Regiunea Volgăi	2,4	2,8	5,2
pt. irigaţie şi alimentarea cu apă .	1,5	2	3,5
pt. regiuni centrale			
pt. regiuni centrale cu cernoziom . .	—	1,2	1,2

Liniile de transport vor lega uzinele dela Kuibâşev şi Stalingrad cu diferite sisteme energetice existente, punându-se în felul acesta bazele unui sistem energetic unic, foarte puternic pe teritoriul imens al părţii europene a Uniunii Sovietice.

Amenajările începute pe Volga vor însemna deci o etapă de importanţă capitală în crearea unei reţele de mare tensiune unice în partea europeană a U.R.S.S.

Asemenea linii nu există în nici o ţară capitalistă. De pildă, în U.S.A. nu există linii mai lungi de 430 km, tensiunea de transport maximă folosită fiind de 287 kV.

Se poate afirma că prin realizarea transporturilor de puteri mari pe distanţele lungi, Kuibâşev-Moscova şi Stalingrad-Moscova, va fi înscris un capitol nou în istoria energeticei mondiale, va fi marcată o treaptă nouă în desvoltarea ei, progresele înfăptuite fiind posibile numai în condiţiile unui stat socialist.

Construcţia uzinilor dela Kuibâşev şi dela Stalingrad va avea o influenţă puternică asupra balanţei de combustibil şi asupra transporturilor de combustibil din partea europeană a Uniuuii Sovietice. Energia electrică produsă de marile uzini de pe Volga va permite economisirea anuală a 11 milioane de tone de cărbune din regiunea Doneţului şi reducerea în consecinţă a transporturilor de cărbuni pe cale ferată şi pe apă.

Marile lacuri dela Kuibâşev şi dela Stalingrad vor ameliora condiţiile de navigaţie pe Volga. Vor mări şi mai mult însemnătatea acestei artere de comunicaţie importante a Uniunii Sovietice.

Amenajările dela Kuibâşev şi dela Stalingrad vor avea o însemnătate foarte mare pentru desvoltarea economiei agricole şi pentru transformarea climei.

Ele vor permite irigarea şi alimentarea cu apă a teritoriului imens care se întinde dela paralela oraşului Kuibâşev, la Nord, până la Râul Terek, la Sud, şi dela râul Ural, la Răsărit, până la Volga şi meridianul oraşului Stalingrad, la Àpus.

Dincolo de Volga vor fi irigate 2,5 milioane ha. Având în vedere că terenurile irigate se vor găsi la o cotă mai ridicată decât nivelul apei din Volga, apa pentru irigaţii va trebui să fie furnizată prin staţii de pompare puternice, puse în mişcare de energia primită dela uzina dela Stalingrad.

Partea de Nord a teritoriului de dincolo de Volga, în suprafaţă de 1 milion ha, mărginită la Nord de paralela care trece prin Stavropol, iar la Sud de paralela care trece prin Saratov, va fi irigată pe baza energiei uzinii dela Kuibâşev. Pentru irigarea acestui teritoriu, apa va trebui să fie ridicată cu pompe la o înălţime medie de 40—45 m. Va fi nevoie însă de realizat în anumite cazuri şi înălţimi de pompare mai mari, înălţimi care vor merge până la 90 m.

Pentru irigarea terenurilor arabile apa trebue furnizată la anumite epoci ale anului, în perioada de vegetaţie a culturilor cultivate. Instalaţiile de pompare dela Kuibâşev ar trebui deci să lucreze cu mari intermitenţe şi să fie dimensionate pentru debite de apă foarte mari. Pentru a evita această supradimensionare a instalaţiilor de pompare şi a asigura o folosire raţională şi continuă a lor, este proiectată amenajarea unei serii de lacuri intermediare pe teritoriul irigat.

Apa va fi pompată în mod uniform în aceste lacuri timp de 8—10 luni pe an, pentru a fi apoi distribuită de acolo după nevoie pe canalele de irigaţie.

Tot dincolo de Volga, la sud de paralela care trece prin Saratov şi până la paralela trecând prin Stalingrad şi în văile inundabile ale Volgăi şi Ahtubei, vor fi irigate 1,5 milioane ha cu pomparea apei în instalaţii care vor lucra pe baza energiei primite dela uzina dela Stalingrad.

Din lacul uzinii dela Stalingrad va porni un canal principal prin care apa va circula prin pantă naturală.

Acest canal va asigura cu un sistem întreg de canale de distribuţie întinzându-se înspre Sud, alimentarea cu apă şi irigare parţială a terenurilor situate în partea de Nord a şesului Mării Caspice, între râurile Volga şi Ural, pe o întindere de aproape 6 milioane ha. Aci sunt regiunile din care pornesc vânturile aducătoare de secetă. Apa Volgăi adusă în aceste regiuni va avea o influenţă favorabilă atât asupra climei locale, cât şi asupra climei din regiunile situate spre vest de regiunile alimentate cu apă. Pe terenurile alimentate cu apă se vor întări colhozurile şi sovhozurile existente şi se vor desvolta gospodării noi pentru creşterea vitelor. Vor fi create condiţiile necesare pentru fixarea nisipurilor şi pentru plantare de păduri, iar pe terenurile irigate se vor desvolta livezile, grădinăriile şi alte culturi.

Pe baza uzinii dela Stalingrad vor fi alimentate cu apă şi irigate deasemenea terenurile din şesul Sarpinian şi o parte din regiunea «pământurilor negre», denumită aşa după culoarea ierbii arsă de secetă din această regiune. Apa necesară va fi pompată din Volga, mai jos de barajul dela Stalingrad, în lacuri de acumulare situate în regiunea lacurilor sarpiniene.

Înălţimea de ridicare a apei va fi de 15—20 m. Pomparea se va face continuu şi uniform timp de 10—12 luni pe an, ceea ce va permite folosirea raţională a staţiilor de pompare.

Alimentarea cu apă şi irigarea şesului Sarpinian, a pământuirlor negre şi a stepei Nogai vor asigura condiţiile necesare creării unei baze de hrană stabile şi desvoltării creşterii vitelor, vor îmbunătăţii şi vor mări fondul de hrană pentru vite şi vor asigura recolte mai stabile ale fâneţurilor.

Perdelele de păduri plantate dealungul canalelor vor apăra culturile agricole, păşunile şi fâneţurile de acţiunea vătămătoare a vânturilor secetoase şi de eroziunile terenului datorite vânturilor.

In total, pe baza uzinilor dela Kuibâşev şi dela Stalingrad vor fi irigate şi alimentate cu apă terenurile însumând aproape 14 mil. ha.

Cantitatea de apă folosită anual în acest scop va fi enormă — cca 30 miliarde m^3. sau 30 km^3. Dacă această cantitate uriaşă de apă s'ar repartiza uniform aproape pe tot cuprinsul anului am ajunge la un debit de 1000 m^3. pe secundă. Este debitul mijlociu al unui fluviu mare şi reprezintă jumătate din debitul fluviului Volga în perioada apelor mici.

Această cantitate enormă de apă va putea fi luată din Volga fără a aduce prejudicii regimului de apă al marelui fluviu datorită faptului că în lacurile dela Kuibâşev şi dela Stalingrad se vor strânge aproape toate apele mari din perioada viiturilor de primăvară. Intr'un an secetos cu ploi şi zăpezi puţine, nicio picătură din apa Volgăi nu se va pierde. Toate apele de primăvară vor fi înmagazinate în lacurile de acumulare şi vor fi trecute prin turbinele uzinilor electrice.

Cea de a 3-a lucrare gigantică începută este principalul canal turkmen.

Fluviul Amu Daria este unul din cele mai mari ale Asiei mijlocii. Izvorăşte din munţii Pamir şi Hinducuş. Până în ultimul timp Amu Daria a fost folosită foarte puţin pentru irigaţii.

Amu Daria varsă în Marea Aral 50 mliarde de m^3 de apă pe an.

Lăţimea râului este în mediu de 1,5 km, atingând alocuri 6 km.

Amu Daria se varsă în marea Aral. Dar un braţ al râului, Kunea Daria se vărsa pe vremuri într'un lac imens Sarîkamâş, din care apele

râului Amu Daria se scurgeau spre Marea Caspică prin râul Uzboi, a cărui albie va fi folosită acuma pe o lungine de 500 km pentru construirea canalului principal turkmen.

Astăzi Amu Daria curge numai în marea Aral, iar în locul braţului ei vechi şi a lacului Sarîkamâş au rămas numai văi adânci uscate cu pământ sărat şi aluviuni de râuri vechi. Uzboi, care curgea acum 3—4000 de ani, s'a transformat într'o serie de lacuri cu apă sărată stătută, cu lăţimi care merg până la 1,5 km.

Hanii din Hiva construiau zăgazuri pe braţele din apus ale râului Amu Daria pentru a

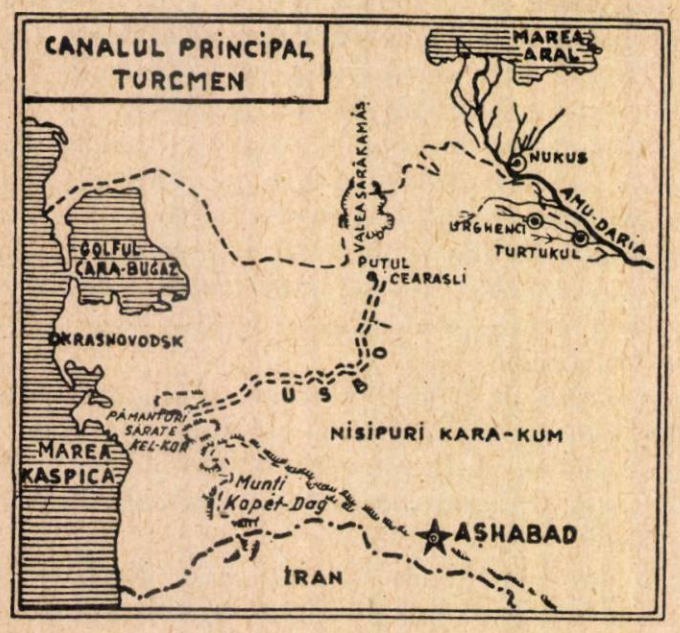


Fig. 2

opri scurgerea apei pe câmpurile turkmenilor nesupuşi şi iubitori de libertate care locuiau pe malul stâng al Amu Dariei în partea de jos a râului. De veacuri poporul turkmen visa să folosească apele Amu Dariei pentru irigaţii. Un proverb turkmen spune că apa este mai scumpă decât diamantul şi că acea ţară este bogată care posedă şi pământ şi apă.

Acest vis secular al turkmenilor va putea fi realizat abia acum.

Canalul principal turkmen va aduce apele din Amu Daria pe teritoriul deşerturilor Kara-Kum.

Clima din regiunea unde va fi construit acest grandios canal este foarte pronunţat continentală. Vara este extrem de călduroasă, pe sol se înregistrează temperaturi până la 60—70°C. Iarna este relativ rece. Variaţiile de temperatură într'o zi, între temperatura de zi şi de noapte, sunt extrem de mari, putând merge până la 30—40°C. Aerul este extrem de uscat, iar cantitatea de precipitaţii mică.

Vara este lungă, cu un timp frumos stabil, iarna e scurtă şi relativ umedă. Precipitaţiile cad deobicei primăvara şi toamna, zăpada e puţină şi nu în fiecare an.

Solul este format în bună parte din aluviuni vechi foarte fertile dacă au apă suficientă.

Terenurile irigate din Turkmenia dau recolte excepţionale de bumbac, orez, sfeclă, grâu, fructe, struguri şi culturi subtropicale.

Complexul uriaş de lucrări proiectat în Turkmenia va schimba fundamental natura unor vaste regiuni şi va crea o bază nouă pentru desvoltarea culturilor de bumbac, a creşterii vitelor şi a altor ramuri ale gospodăriei rurale în Turkmenia şi în republica Kara-Kalpacă.

Amenajarea de bază în acest complex de lucrări este construcţia canalului principal turkmen, care cuprinde mai multe părţi arătate mai jos.

Prima parte a lucrării este barajul pe râul Amu-Daria lângă capul Tahia-Taş, în apropiere de oraşul Nukuş, de unde va începe canalul. Barajul va regulariza nivelul apei în Amu-Daria şi va asigura în felul acesta alimentarea normală cu apă a canalului principal turkmen şi a noilor canale de irigaţie, care se vor construi pe malul stâng şi pe malul drept al râului Amu-Daria pentru irigarea a 800 mii ha în delta Amu-Dariei, în Kara-Kalpakia şi în regiunile de nord ale Turkmeniei.

Este de notat că din cele 800 mii hectare irigate, 300 mii de ha vor apare în delta Amu-Dariei, în urma coborîrii nivelului Mării Aral cu 5—6 m datorită devierii apei râului Amu Daria în canalul principal. Aceste pământuri sunt foarte fertile şi desărarea lor nu va prezenta dificultăţi.

Nodul hidraulic dela Tahia-Taş va avea bazin de decantare în care se vor depune suspensiunile solide din apa Amu-Dariei.

Pe lângă baraj va fi amenajată şi o uzină hidroelectrică care va folosi căderea şi cantităţile mari de apă care se vor mai scurge spre marea Aral. Această uzină va alimenta regiunile învecinate.

Barajul dela Tahia-Taş va permite devierea în canalul principal turkmen a unui debit imens de apă 350—400 m^3/s la început, cu posibilitate de mărire până la 600 m^3/s mai târziu.

Această mărire a debitului va permite lărgirea în viitor a suprafeţelor irigate până la 3 mil. ha.

Pentru comparaţie amintim că acest debit corespunde cu debitul unui fluviu mare ca Nipru, care este al 3-lea fluviu din Europa, după Volga şi Dunărea, pe timpul verii, în dreptul oraşului Kiev.

A doua parte a lucrării este porţiunea canalului între Amu-Daria şi Uzboi, pentru care se va săpa în întregime o albie nouă pe o distanţă de 400 km, care va înconjura pe la sud marea vale Sarîkamâş, unindu-se apoi cu Uzboi.

A 3-a parte a lucrării este porţiunea canalului care va urma albia Uzboiului. Această porţiune va avea o lungime de 500 km (dela puţul Ciarâşlâ până la pământurile sărate Kel-Kor). Pe Uzboi trebue să fie construite cel puţin 2 baraje cu o cădere de 20—30 metri cu uzini hidroelectrice şi ecluze pentru navigaţie. Unul din baraje va fi construit cam la mijlocul canalului principal turkmen şi va asigura crearea unui mare rezervor de apă dulce în centrul deşertului Kara-Kum. Din lacul format în spatele

barajului va lua început un mare canal de derivaţie care va iriga prin curgere liberă şesul Mării Caspice din Turkmenia de apus. Un al doilea baraj se va construi la capătul lui Uzboi. Din lacul creat aci, apa va fi distribuită în canale de derivaţie importante pentru irigarea şi alimentarea cu apă de vaste terenuri.

Afară de aceasta, de aici vor pleca conducte mari de apă pentru alimentarea diferiţilor consumatori industriali.

Suprafaţa terenurilor irigate din Turkmenia de Sud-Vest se va ridica la 500 mii ha iar terenurile care vor fi alimentate cu apă ocupă 7 milioane de păşuni.

Uzinile hidroelectrice dela barajele construite pe Uzboi vor alimenta cu energie electrică în primul rând pompele care vor ridica apă pe acele terenuri care nu pot fi irigate prin curgerea naturală a apei.

Ultima parte a canalului se întinde pe o distanţă de 200 km, dela locul unde dispare albia râului Uzboi, până la oraşul Krasnovodsk. Toată această porţiune va fi săpată din nou şi va avea însemnătate numai pentru navigaţie.

Trebue subliniat că pe lângă amenajarea canalului principal turkmen propriu zis, complexul de lucrări care vor fi înfăptuite în Turkmenia, în legătură cu această amenajare, cuprinde şi alte lucrări uriaşe. Aici trebue citate în primul rând mari şi întinse canale de derivaţie, staţii puternice de pompare şi peste 1000 km de conducte principale de apă.

O menţiune specială trebue făcută pentru marele canal de derivaţie, cu pantă naturală, care se va construi pentru irigaţia şesului Mării Caspice şi va avea o lungime de cca 400 km. Pe acest canal se vor transporta 200—300 m³. apă pe secundă.

Puterea totală a uzinelor hidroelectrice care vor fi construite pe canalul principal turkmen se va ridica la 100 mii kW.

Volumul de lucrări ce vor trebui înfăptuite în Turkmenia este într'adevăr extrem de mare.

După socoteli aproximative vor trebui executate aproape 600 mil. m³. lucrări de pământ şi 1,5 mil. m³ lucrări de beton şi beton armat. Din lucrările de pământ, cca 300 mil. m³ sunt necesare pentru săparea canalului principal turkmen, iar restul pentru canalele de derivaţii şi sistemul de irigaţie.

Pentru comparaţie putem cita câteva date asupra lucrărilor mari de canale.

Numele canalului	Lung. km	Lucrări executate mil. m³		Durata execuţiei lucrărilor
		pământ	beton	
Panama	81	160	3,9	29 ani
Suez	164	275	—	10 ani
German de Nord	99	78	0,8	?
Marea Albă— Marea Baltică .	227	21	0,4	1 an 8 luni
Moscova—Volga	128	154	2,9	4 ani 8 luni

Pentru a ne da seama şi mai bine ce vor însemna lucrările din Turkmenia, trebue să ţinem cont şi de condiţiile climaterice grele în care ele vor fi executate.

Canalul principal turkmen va contribui în primul rând la desvoltarea culturilor de bumbac şi a culturilor subtropicale precum şi la desvoltarea creşterii vitelor prin crearea de noi fâneţe.

Canalul principal turkmen va crea deasemenea condiţii favorabile pentru desvoltarea industriei în Turkmenia apuseană, bogată în zăcăminte de petrol, cărbune şi materii prime pentru industria chimică. Industria va căpăta apa dulce a canalului şi energia electrică dată de uzinile lui.

Se vor crea fâşii împădurite în jurul terenurilor irigate, perdele protectoare de păduri dealungul reţelei de canale, perdele de protecţie în colhozuri şi sovhozuri şi zone verzi în jurul fabricilor şi aşezărilor omeneşti.

Turkmenia nu are astăzi lemn de construcţie. Noile păduri în clima caldă a Turkmeniei, având multă lumină şi căpătând şi apă suficientă, se vor desvolta rapid şi vor putea da în 25—30 ani până la 1000 m³ lemn pe ha.

Canalul principal turkmen va avea de asemenea şi o mare însemnătate pentru navigaţie. El va uni regiunile îndepărtate ale Asiei mijlocii cu Marea Caspică şi cu Volga. Va fi creată o nouă arteră fluvială importantă, care va permite efectuarea de transporturi mult mai ieftine. Calea navigabilă Moscova-Amu Daria, va avea o lungime de 6000 km.

Datorită uzinilor electrice ale canalului va fi posibilă electrificarea căilor ferate, printre care în primul rând a căii ferate Aşabad-Krasnovodsc. Va fi economisit combustibilul lichid folosit astăzi pe căile ferate din Turkmenia.

IV

A rămas să mai examinăm ultimul complex din lucrările mari începute — complexul legat de folosirea apelor Niprului.

Ştim că Niprul este unul din fluviile mari ale Europei. Ocupă ca mărime locul al 3-lea, după Volga şi Dunăre. Are o lungime de 2200 km şi traversează teritoriul a 3 republici, republica rusă, bielorusă şi ucraineană. Apele Niprului ascund rezerve mari de energie — ar putea da până la 12 miliarde kWh într'un an mediu.

Niprul este şi o arteră fluvială importantă. Inainte cataractele dela Zaporojie tăiau cursul râului în două şi nu permiteau vaselor să circule pe toată lungimea fluviului. Odată cu construcţia uzinii Dneproghes din 1932 Niprul a devenit o cale fluvială continuă, dela Smolensk până la Marea Neagră, pe o distanţă de 1500 km.

Dneproghesul, cea mai mare uzină hidroelectrică din Europa, de 648 000 kW, reprezintă o bază energetică puternică, care a contribuit la

desvoltarea industrială rapidă a regiunilor de lângă Nipru.

Prin decizia recentă a guvernului sovietic se construește o nouă uzină pe Nipru, mai jos de Dneproghes, lângă Kahovka. Uzina hidroelectrică dela Kahovka va avea o putere instalată mult mai mică decât uzinile gigantice proiectate pe Volga și decât Dneproghesul. Puterea uzinii Kahovka va fi de 250 mii kW, iar producția de energie într'un an mediu se va ridica

Centrul hidrotehnic dela Kahovka va cuprinde barajul, uzina electrică şi ecluza pentru navigaţie. Din lacul uzinii va porni prin cădere naturală un canal până la Ascania Nouă în lungime de 60 km. Un al doilea canal va merge dela Kahovka până la Krasnoznamenskaia. Apa din lac va fi pompată în acest din urmă canal cu ajutorul unor pompe puternice. Cele 2 canale vor servi la irigarea malului stâng al Niprului mai jos de Kahovka.

Fig. 3

la 1,2 miliarde kWh. Cu toate că uzina dela Kahovka va avea o putere relativ mică, totuși, însemnătatea ei pentru gospodăria agricolă și industria Ucrainei de Sud care suferă atât de mult de pe urma secetei și a lipsei de apă, va fi foarte mare.

Capacitatea lacului care se va crea la Kahovka va fi de 14 miliarde m^3.

Dar lacul de bază din care va fi luată apa pentru irigarea Ucrainei de Sud și a Crimeei de Nord este lacul uzinii Dneproghes. Din acest lac vor fi luate 600—650 m^3. de apă pe secundă în timpul apelor mari de primăvară. Această apă se pierde astăzi neputând fi folosită de turbinele dela Dneproghes. Din observațiile făcute s'a putut constata că în lunile Aprilie-

Mai se pierd la Dneproghes până la 10 miliarde m³. de apă. Apa deviată din lac va curge pe canalul de Sud al Ucrainei ce urmează a fi construit, dând într'un lac nou uriaș de 6 miliarde m³., care se va amenaja pe râul Molocinaia la Nord de Melitopol și curgând de acolo mai departe printr'o serie de lacuri mai mici, care vor trebui să însumeze totuș cca 1 miliard de m³., va ajunge la Ascania Nouă și apoi la Golful Sivaș. Dela Golful Sivaș începe canalul de Nord al Crimeei care-și va continua calea prin Djnacoi până la Kerci, cu o ramificație spre Razdolnoie.

Lungimea totală a canalului principal din Ucraina de Sud și a canalului din Crimeea de Nord este de 550 km, iar a canalelor mari de derivație este de 300 km, fără a socoti lungimea canalului Kahovka-Askania-Nouă care se ridică după cum am spus la 60 km.

Canalul Kahovka-Askania Nouă prezintă un deosebit interes, permițând includerea lacului uzinii Kahovka în sistemul de irigație unic. Canalul va putea fi de mare folos mai cu seamă în anii cu ape mici de primăvară, când sistemul de irigație va putea fi alimentat din acest lac. In felul acesta uzina Dneproghes nu va pierde din energie.

Cu apele Niprului vor fi irigate în total 1,5 mil. ha. Și anume 1,2 milioane hectare vor fi irigate în Ucraina de Sud (în regiunile. Kerson, Zaporojie, Nicolaev și Dnepropetrovsk) din care 500 ha prin curgere naturală și 700 ha prin pompare.

300 mii de hectare vor fi irigate în Crimeea de Nord, din care 200 mii ha prin curgere naturală și 100 mii ha prin pompare. Afară de aceasta vor fi alimentate cu apă în Ucraina de Sud și în Crimeea de Nord 1,7 milioane hectare.

Din energia electrică produsă de uzina dela Kahovka se va distribui cca 600 mii kWh pentru economia agricolă și tot atâta pentru industrie.

Volumul de lucrări care vor trebui executate pentru amenajarea centrului hidrotehnic dela Kahovka, va fi mai mare decât acela executat la Dneproghes. La Kahovka vor trebui executate 20 mil. m³ lucrări de pământ și aproape 2 mil. m³ lucrări de beton, pe când la Dneproghes au fost executate 2 mil. m³ lucrări de pământ și numai 1,2 mil. m³ lucrări de beton.

Datorită irigațiilor în regiunile fertile și călduroase ale Ucrainei de Sud și ale Crimeii de Nord, se va putea crea o bază importantă pentru cultura bumbacului. Vor fi asigurate deasemenea recolte îmbelșugate și stabile de grâu și alte culturi agricole.

Desvoltarea irigațiilor și alimentarea cu apă, a unor terenuri vaste va permite să se dea un nou avânt desvoltării creșterii vitelor în aceste regiuni.

Energia electrică dată de uzina dela Kahovka va fi larg folosită în economia rurală și va permite electrificarea și mecanizarea muncilor agricole. Se vor introduce pe scară mare tractoare electrice.

In fine lacul dela Kahovka va ameliora condițiile de navigație pe Nipru, în lunile de vară, mai jos de Kahovka, putând completa apele Niprului în perioada secetoasă a anului.

V

Proporțiile uriașe ale lucrărilor proiectate, vor imprima un ritm de lucru, care va întrece tot ce se cunoaște din istoria tehnicei mondiale.

Acest ritm n'a fost cunoscut nici pe șantierele cele mai mari de până acuma din Uniunea Sovietică — șantierul marii uzini de pe Nipru și șantierul Canalului Moscova-Volga.

Dar pentru aceasta muncile pe șantiere vor fi complet mecanizate. Șantierele vor dispune de mecanismele și mașinile cele mai puternice și cele mai moderne cunoscute astăzi.

Pentru lucrările de pământ vor fi folosite escavatoare uriașe de 14 și 15 m³.

Va fi folosită deasemenea hidromecanizarea, care constă în înmuierea prin apă a terenului de escavat și apoi în îndepărtarea lui prin pompare cu pompe speciale de nămol. Asemenea pompe vor putea transporta până la 1000 m³ de pământ pe oră.

In fine vor fi folosite scrapere uriașe care vor avea cupe de 30—35 m³.

Un escavator de 15 m³ are o cupă care poate apuca dintr'odată un vagon de pământ. In 24 ore acest escavator poate executa munca a 7000 de oameni, escavând și încărcând peste 20 mii de m³ de pământ.

Escavatoarele uriașe nu vor reprezenta exemplare unice pe șantiere. Intr'adevăr tovarășul Bulganin a arătat în raportul său la a 33-a aniversare a Marii Revoluții Socialiste din Octombrie, că producția de escavatoare a crescut în U.R.S.S. de 13 ori față de nivelul antebelic.

Lucrările de beton, în special acelea dela Kuibâșev și dela Stalingrad, vor trebui executate într'un ritm nemaivăzut până acuma. Pe fiecare oră vor trebui turnați la Kuibâșev, aproape 1000 m³ de beton.

Betonul va fi pregătit în instalații complet automatizate înzestrate cu betoniere uriașe cu o capacitate de 4000 litri. Menționăm că o betonieră obișnuită folosită în lucrările de construcții curente are capacitatea de 250—500 litri, iar la construcția Canalului Moscova-Volga au fost folosite pentru prima dată în U.R.S.S. betoniere cu o capacitate de 2000 litri.

Prepararea betonului va necesita cantități enorme de pietriș. Vor fi construite în cariere, fabrici de sfărâmat piatra cu o capacitate de 6 mil. m³ pe an.

Putem spune că șantierele vor fi saturate cu mașini și mecanisme, dar ca toate aceste mașini și mecanisme să funcționeze, munca trebue foarte bine organizată. Trebue asigurată energia electrică necesară, trebue asigurate transporturile masive de materiale de tot felul. In fine trebue asigurate posibilități de trai pentru zecile de mii de oameni care vor fi ocupați pe fiecare șantier.

Trebue deci executate lucrări vaste pregătitoare, construite linii electrice de transport, sute de km de linii ferate și șosele, trebue amenajați mii de m² de locuințe.

Probleme deosebit de grele sunt de rezolvat în Turkmenia, unde lipsesc apa și energia electrică. Vor fi folosite aici trenuri energetice, adică uzini electrice montate pe vagoane.

Se vor construi pentru producere de energie și instalații eoliene.

Inaintarea frontului de lucrări va trebui precedată de înaintarea instalațiilor de alimentare cu apă.

Pentru a feri personalul șantierului de clima toridă se vor face case cu aer condiționat, adică umezit și răcit.

Pentru transporturi, pe lângă calea ferată și automobilul, se vor folosi și transporturile aeriene.

Pentru ca munca pe șantiere să se poată desfășura conform planului, sute de fabrici și uzini din toate colțurile Uniunii Sovietice vor trebui să îndeplinească la timp comenzile de tot felul pentru marile lucrări.

Organizațiile de proiectare urmează să pregătească proiectele de execuție a lucrărilor.

Dar problemele mari puse de aceste lucrări uriașe, ies din cadrul proiectărilor normale, ce le pot executa institutele de proiectare.

Concursul neprecupețit al oamenilor de știință sovietici care participă foarte activ la cercetarea și rezolvarea tuturor problemelor din domenii variate (electrotehnică, hidraulică, silvicultură, agricultură etc.) vor asigura succesul lucrărilor întreprinse.

Oamenii sovietici, dela colhoznici și muncitori, care vor da ajutorul lor nemijlocit pe șantiere sau în fabrici, până la oamenii de știință, care vor lucra în laboratoare de cercetări sau în birouri de calcul, vor contribui la realizarea marilor lucrări prevestitoare ale comunismului.

Aceste lucrări vor asigura irigarea și alimentarea cu apă a unei suprafețe totale de peste 25 mil. ha, care împreună cu lacurile imense create pe Volga, Nipru și Amu-Daria, vor avea, o influență puternică asupra condițiilor geografice și fizice, asupra proceselor geochimice și situației biologice a două continente — Europa și Asia.

VI

Oricât de mari ar fi însă lucrările descrise, spiritul creator al oamenilor sovietici nu se va opri aci și va merge mai departe, spre noi realizări și mai grandioase.

Cunoaștem cifrele desvoltării de perspectivă a economiei sovietice anunțate de tovarășul Stalin la începutul planului cincinal postbelic (la 9 Februarie 1946). Conform acestor cifre Uniunea Sovietică va trebui să ajungă să producă anual 50 milioane tone de fontă, 60 mil. tone de oțel, 500 mil. tone de cărbuni și 60 mil. tone petrol. Tovarășul Stalin a spus: « pentru aceasta va fi nevoie de 3 perioade cincinale, dacă nu mai mult. Dar acest lucru se poate face și noi trebue să-l facem ». Realizarea acestor cifre de producție industrială va însemna o creștere foarte mare a consumului de energie electrică, care va trebui să atingă 250 miliarde kWh pe an față de 82 miliarde kWh planificați pentru sfârșitul anului 1950.

Puterea instalată în uzini va trebui să atingă 50 mil. kW față de 22,4 mil. kW cât este prevăzut să devină puterea uzinilor electrice în primul plan cincinal de după război. Pentru realizarea acestor obiective noi ale electrificării vor trebui executate în primul rând lucrări hidrotehnice, lucrări și mai mari decât acelea despre care am vorbit.

Sunt cunoscute proiectele pentru folosirea resurselor imense de apă ale râurilor siberiene Obi și Enisei, mult mai mari decât Volga. O parte din apa acestor râuri poate fi îndreptată spre Sud, răpindu-se astfel noi terenuri uriașe deșerturilor din Asia mijlocie.

Debitul râului Obi este de 394 km³/an față de 256 km³/an, cât are Volga.

Pe râul Obi care poate da până la 26 mil. kW față de 12 mil. kW cât se poate obține pe Volga, este proiectată construcția unei uzini aproape de 3 ori mai puternice decât uzina dela Kuibâșev. Uzina aceasta va avea o importanță vitală pentru desvoltarea industriei din Urali. Ea va fi situată în punctul Belogorie unde se va construi un baraj de 78 m înălțime și se va forma un lac de 4500 miliarde m³, adică de 10 ori mai mare decât lacul dela Kuibâșev.

Acest lac se va întinde pe o suprafață mai mare decât jumătatea suprafeței ocupată de Marea Caspică.

Lucrările acestea noi ale căror perspective iau forme din ce în ce mai concrete, vor putea fi cu siguranță realizate în urma experienței acumulate pe șantierele uriașe care s'au deschis.

Efectele lucrărilor pe care le-am trecut în revistă pot fi de bună seamă comparate cu rezultatele proceselor geologice, care în decurs de milioane de ani schimbă fața planetei noastre.

Numai că de data aceasta procesele vor fi conduse în mod conștient și planificat de omul societății comuniste.

Cunoașterea acestor mărețe lucrări, a progreselor uriașe realizate de economia socialistă, experiența de până acum în domeniul electrificării Uniunii Sovietice, ne-au servit în elaborarea Planului nostru de Electrificare.

Tehnicienii și oamenii de știință care au contribuit la pregătirea Planului nostru s'au folosit din plin de rezultatele obținute până în prezent de știința și tehnica avansată a Uniunii Sovietice.

Oamenii muncii din țara noastră văd în aceste lucrări o ilustrare splendidă a politicii staliniste de pace a Uniunii Sovietice și urmând pilda oamenilor sovietici, cu ajutorul marei noastre prietene, ei au pornit la îndeplinirea primului nostru Plan Cincinal și a mărețului Plan de

Electrificare, care va aduce un trai fericit şi luminos, oamenilor muncii din ţara noastră.

Cunoaşterea progreselor uriaşe realizate de economia planificată sovietică, prezintă o deosebită importanţă pentru noi, astăzi, când ne găsim la începutul industrializării noastre, când ne găsim la începutul primului nostru plan Cincinal.

Oricât de modeste ar părea cifrele cu privire la electrificarea ţării noastre anunţate de tovarăşul Gheorghiu-Dej în Plenara C. C. a Partidului Muncitoresc Român, faţă de noile proiecte sovietice, aceste cifre, 2 mil. kW în 10 ani, reprezintă totuşi o sarcină foarte serioasă pentru ţara noastră, o sarcină care cere după cum spune hotărîrea C. C. al Partidului Muncitoresc Român, « mobilizarea tuturor organizaţiilor de partid, a instituţiilor de Stat, a organizaţiilor de massă, a oamenilor de ştiinţă, inginerilor şi tehnicienilor şi a întregului popor muncitor din Republica Populară Română ».

Având în faţă pilda oamenilor sovietici, bucurându-ne şi de sprijinul Uniunii Sovietice, putem fi siguri că vom reuşi.

BIBLIOGRAFIE

1. Colecţia ziarelor « Pravda », « Izvestia » şi « Vecerneaia » Moscova, pe lunile August, Septembrie şi Octombrie 1950.
2. Reviste:
   — Planovoe Koziastvo Nr. 5, 1950.
   — Bolşevic Nr. 20, 1950.
   — Znanie-Sila Nr. 9, 1950.
   — Ogoniok Nr. 39 şi Nr. 44, 1950.
   — Tehnica-Molodeji Nr. 4, 1949.
3. Stenogramele conferinţelor Societăţii Unionale pentru răspândirea cunoştinţelor politice şi ştiinţifice:
   — *V. I. Veiţ*, « Progresul tehnic al energeticei din U.R.S.S. ».
   — *N. G. Naumov*, « Electrificarea gospodăriei rurale în U.R.S.S. ».
   — *A. N. Voznesensky*, « Hidroenergetica în planul cincinal de după război ».
   — *V. N. Obrazţov*, « Perspectivele electrificării transportului pe c. f. în U.R.S.S. »
4. Broşurile Academiei de Ştiinţe din U.R.S.S.:
   — *V. N. Sucaciov*, « Planul Stalinist de transformare a naturii ».
   — *A. V. Vinter*, « Bilanţul şi perspectivele de desvoltare aie energeticei sovietice ».
5. *F. M. Krjijanovsky*, « Doi giganţi pe Volga » (din broşura « Răspunsuri la întrebările oamenilor muncii », Nr. 4, 1950).
6. *B. Popovschi*, « Canalul Moscova—Volga », din culegerea de comunicări şi conferinţe pe anul 1947/48 a Institutului de Studii Româno-Sovietice, secţia tehnică.

ASPECTE TEHNICE ALE FENOMENELOR REACTIVE ŞI DEFORMANTE

de *prof. ing. C. BUDEANU*

I

Consideraţiuni generale

Încă dela începuturile electrotehnicei s'a scos în evidenţă, că puterea unei distribuţii sub forma de curent alternativ sinusoidal este de forma

$$P = U\ I \cos \varphi \qquad (1)$$

în care Q este unghiul U şi curentul I, iar factorul $K = \cos \varphi$ a rămas consacrat sub denumirea de *factor de putere.*

Această constatare, a fost mult timp considerată ca o simplă proprietate teoretică care s'a avut doar în vedere, la început, în operaţii de măsuri, cât şi la anumite calcule privitoare la dimensionarea unor maşini şi a reţelelor.

Insă, pe măsura desvoltării reţelelor şi instalaţiilor electrice industriale, s'a constat că fenomenul factorului de putere constitue o problemă, care se afirmă din ce în ce mai mult şi de care tehnica trebue să se ocupe. La noia ceastă preocupare se referă atât la instalaţiile actuale existente, dar mai ales ea trebue să se extindă în acelaş timp la proiectarea şi amenajarea noilor lucrări de electrificare avute în vedere în cadrul primului nostru Plan Cincinal.

Reamintim, că după cum se vede în relaţia (1), factorul de putere apare ca fiind raportul între puterea reală P, într'un punct oarecare a reţelei şi puterea aparentă S în acelaş punct.

Puterea P se măsoară în *waţi* sau *kilowaţi*, iar puterea aparentă în voltamperi sau kilovoltamperi.

Problema constă în a « îmbunătăţi » factorul de putere, ridicându-l şi aducându-l cât mai aproape de 1 când deci puterea aparentă S tinde către o valoare cât mai apropiată de puterea reală.

Relaţia (1) reprezintă de fapt o corelaţie între puterea reală (P) şi aparentă (S) sub forma:

$$P = S \cos \varphi \qquad (2)$$

Pe de altă parte avem însă

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} = \frac{UI \sin \varphi}{UI \cos \varphi} = \frac{Q}{P} \qquad (3)$$

Apare astfel o nouă noţiune, de dimensiile unei puteri,

$$Q = UI \sin \varphi = S \sin \varphi \qquad (4)$$

simetrică cu puterea reală şi care se numeşte putere reactivă.

Din relaţiile (2) şi (4) deducem însă

$$S^2 = P^2 + Q^2 \qquad (5)$$

Este relația de bază între noțiunile de putere reală, putere reactivă, putere aparentă.

Când factorul de putere $K = \cos\varphi$ este optim, adică 1, puterea reactivă e nulă. Puterea reactivă este deci cauza fizică a prezenței unui *defazaj* φ, între tensiunea U și curentul I, cât și a unui factor de putere mai mic ca 1. Puterea reactivă apare astfel ca fiind substratul fizic al problemei *factorului de putere.*

Puterea reactivă se măsoară în *unități de putere reactivă*, denumite *var* sau *kilovar*. Reamintim că această denumire a fost adoptată internațional pe baza propunerii Comitetului Electrotehnic Român.

Fenomene reactive

Aceste fenomene într'o instalație electrică au la bază prezența puterii reactive în acea instalație.

Studiul fenomenelor reactive a fost însă mult timp luat în considerare numai sub aspectul unghiului de defazaj sau al factorului de putere.

Sub această formă problema n'a putut să fie examinată decât cu totul incomplet și numai în cazuri cu caracter particular. Studiul problemei în sine n'a putut să înainteze prea mult nici din punct de vedere științific și nici din acela al aplicațiilor practice. Astfel, de exemplu, nu se poate stabili o lege generală între unghiurile de defazaj ori factorii de putere ai diferitelor elemente ale unei rețele.

Deasemeni nu se poate evalua, în mod general, ce variație de factor de putere sau de unghiu de defazaj va produce la o centrală electrică un nou racord introdus pe rețea, caracterizat prin un anume factor de putere ori unghiu de defazaj propriu.

Numai cu examinarea problemei factorului de putere sub aspectul mărimei de putere reactivă, se poate spune că această problemă a căpătat o adevărată încadrare științifică.

Principala proprietate a mărimei de putere reactivă este aceea a conservării ei, în mod cu totul similar și simetric, în condițiuni uzuale, cu proprietatea corespunzătoare puterii reale. Este proprietatea care dă mărimei de putere reactivă o autoritate fizică.

Aspectele tehnice însăși ale fenomenelor reactive sunt dominate de acest important principiu al conservării.

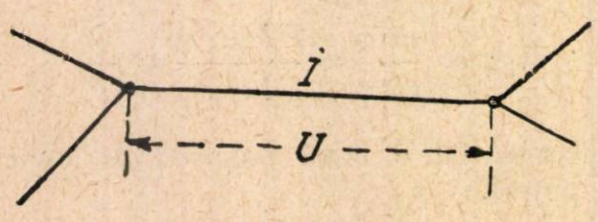


Fig. 1.

S'au dat mai multe demonstrații acestei proprietăți, bazate cele mai multe pe diverse metode și artificii matematice. Voi reda însă pe scurt demonstrația pe care am dat-o folosind proprietățile puterilor instantanee, care constitue de fapt realitatea fizică în curent alternativ.

Fie o rețea electrică formată dintr'un număr de s laturi, fără contacte alunecătoare și străbătută de curenți sinusoidali.

Notăm prin u tensiunea între nodurile adiacente ale laturilor și prin i curentul din laturile respective.

Aceste mărimi instantanee au forma următoare:

$$\begin{cases} u = \sqrt{2}\, U \sin(\omega t - \alpha) \\ i = \sqrt{2}\, I \sin(\omega t - \beta) \end{cases} \tag{6}$$

Aplicând prima lege Kirchhof la fiecare nod $\Sigma i = 0$ și impunându-ne condiția ca ea să fie valabilă oricare ar fi momentul t, rezultă că implicit această lege se transformă în două relații:

$$\begin{cases} \Sigma i' = 0 \text{ unde } i' = \sqrt{2}\, I \cos\beta \,.\sin \omega t \\ \Sigma i'' = 0 \text{ unde } i'' = \sqrt{2}\, I \sin\beta \,.\cos \omega t \end{cases} \tag{7}$$

Rețeaua poate fi deci privită ca fiind suprapunerea a două rețele: una cu curenți de forma i' și alta cu curenți de forma i''.

Pentru fiecare din cele două rețele avem conservarea puterilor instantanee respective:

$$\begin{cases} \Sigma_s p' = \Sigma_s ui' = 0 \\ \Sigma_s p'' = \Sigma_s ui'' = 0 \end{cases} \tag{8}$$

Insă, întru cât acest sistem trebue să fie satisfăcut ori care ar fi momentul t, reiese că în întreaga rețea sunt implicit satisfăcute următoarele condițiuni:

$$\begin{cases} \Sigma_s UI \sin\alpha.\cos\beta = 0 \\ \Sigma_s UI \cos\alpha.\sin\beta = 0 \\ \Sigma_s UI \sin\alpha.\sin\beta = 0 \\ \Sigma_s UI \cos\alpha.\cos\beta = 0 \end{cases} \tag{9}$$

Două câte două din acest grup de relații ne dau:

$$\begin{cases} \Sigma_s UI \cos(\alpha - \beta) = \Sigma_s UI \cos\varphi = \Sigma_s P = 0 \\ \Sigma_s UI \sin(\alpha - \beta) = \Sigma_s UI \sin\varphi = \Sigma_s Q = 0 \end{cases} \tag{10}$$

Obținem deci simultan și simetric pentru întreaga rețea principiul conservării, atât pentru puterile reale P, cât și pentru puterile reactive Q.

Q. E. D.

Această proprietate este plină de numeroase consecințe privind aspectele tehnice ale fenomenelor reactive.

In consecință o putere reactivă cerută de un abonat, trebue să fie produsă undeva pe rețea cu aceeaș valoare.

Trebue deci să ne îngrijim ca această producere de putere reactivă să aibă loc în centre prealabil și judicios amenajate în acest scop.

Altfel riscăm ca producerea acelei puteri reactive să aibă loc, chiar în grupele generatoare ale centralei.

Puterea reactivă urmează apoi a fi transportată între punctele de producție și cele de con-

sumaţie. Prezenţa puterii reactive într'o reţea implică un fenomen de circulaţie analog cu acela privitor la puterile reale.

In fine, transportul de putere reactivă pe reţea imobilizează această reţea cu o putere, care nu e reală, şi care deci reduce capacitatea reţelei pentru transportul de putere reală.

Tehnica amenajărilor instalaţiilor electrice trebue să fie serios preocupată de rezolvarea în condiţii optime a tuturor acestor probleme.

Altfel, riscăm producerea unor situaţii cu totul dăunătoare în funcţionarea instalaţiilor electrice, atât din punct de vedere technic, cât şi economic.

Prejudiciile produse de prezenţa fenomenelor reactive

Spre a putea trece la examinarea raţională a măsurilor de luat în cadrul problemei fenomenelor reactive şi deci implicit, a factorului de putere, într'o reţea electrică, în prealabil se impune a se preciza prejudiciile pe care le produc: producţia, transportul sau circulaţia şi consumaţia de putere reactivă care apare în acea reţea.

In linii generale aceste prejudicii sunt următoarele:

a) Prezenţa puterii reactive într'un punct al reţelei produce o coborîre a factorului de putere în funcţie de proporţia între puterile reale şi reactive puse în joc în acel punct.

In adevăr, din relaţiile de mai sus (1) şi (3) se vede că factorul de putere devine:

$$K = \cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \rho^2}} \qquad (11)$$

în care am notat prin $\rho = Q/P$ proporţia între puterile reactive şi reale corespunzătoare.

Am denumit acest factor ρ, factor reactiv. Constatăm deci că factorul de putere într'o reţea nu este uniform acelaş în întreaga reţea. El depinde de factorul reactiv ρ specific fiecărui punct al reţelei.

b) Puterile reactive utilizează instalaţiile de producere şi distribuţie reducând deci capacitatea de producere şi transport a puterilor reale pe aceleaşi instalaţii.

In consecinţă, pentru a menţine aceeaş capacitate a instalaţiilor privitor la puterile reale puse în joc, ar trebui majorată valoarea puterii aparente a instalaţiilor, în maşinile generatoare la uzină, în staţiile de transformare, linii de transport, etc. Aceasta corespunde cu o majorare a investiţiilor. Valori de detaliu sunt date în Tabela 1.

c) Am văzut că fenomenele reactive implică un fenomen de transport, ori de circulaţie, ceea ce corespunde cu o pierdere de putere reală pe linie analog cu ceea ce se întâmplă pentru circulaţia puterilor reale.

Intr'adevăr pierderile pe linie se pot pune sub forma:

$$p = rI^2 = r\frac{S^2}{U^2} = \frac{r}{U^2}P^2 + \frac{r}{U^2}Q^2 \qquad (12)$$

Se vede deci că aceste pierderi sunt de forma unei sume a pierderilor datorite transportului puterii reale P şi a puterii reactive Q. Detalii sunt date deasemenea în Tabela 1.

d) Căderile de tensiune sunt mult majorate pe linii, prin fenomenul transportului de putere reactivă.

Redăm în fig 2 diagrama cunoscută a căderii

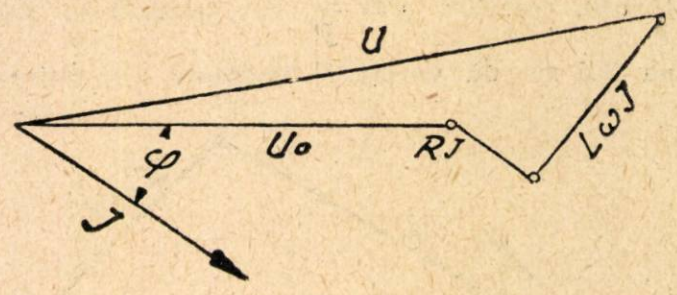


Fig. 2

de tensiunii pe o linie de transport în care am notat:

U_0	tensiunea la utilizare
U	tensiunea la pornire (la uzină)
I	curentul pe linie
φ	defazajul la utilizare
R	rezistenţa liniei
$L\omega$	reactanţa liniei

Căderea tensiunii $\Delta U = U - U_0$ se vede că se poate pune cu o suficientă aproximaţie sub forma:

$$\Delta U = U - U_0 \cong RI\cos\varphi = L\omega I\sin\varphi = \qquad (13)$$
$$= R\frac{P}{U_0} + L\omega\frac{Q}{U_0}$$

în care P şi Q sunt puterile reale şi reactive absorbite la utilizare.

Se vede şi de data aceasta cum efectul căderii de tensiune este suma efectelor separate ale puterilor reale şi reactive.

e) In cazul când Q e negativ, ceea ce înseamnă că la utilizare avem o producere, în loc de o consumaţie de putere reactivă, se poate să ajungem în situaţia ca $\Delta U < 0$ şi deci să se producă pe linie o supratensiune. Acest fenomen poate fi încă mai supărător decât o cădere de tensiune. Este cazul când curentul la utilizare este capacitiv şi când deci pe linie avem o circulaţie de puteri reale şi reactive în sens invers.

In acest caz diagrama tensiunii pe linie capătă aspectul din fig. 3 în care se vede că putem avea situaţiuni când $U_0 > U$ şi deci supratensiuni.

Când generatoarele la uzină sunt obligate a funcţiona pe reţele capacitive, cum este în general situaţia liniilor de înaltă tensiune, atunci ele *primesc* puteri reactive, iar pentru ca tensiunea să fie menţinută, generatoarele trebue subexcitate. In aceste condiţiuni se poate ajunge la anumite situaţii critice de instabilitate de funcţionare, mai ales la mersul în paralel.

In general, s'a putut identifica că un nou consumator, racordat la o reţea, produce reţelei şi

instalaţiei o serie de prejudicii, care din punct de vedere practic, pot fi considerate, cu suficientă aproximaţie, ca fiind proporţionale cu puterea reactivă consumată de acest nou racord.

In următoarea *Tabelă 1* se dau datele corespunzând la principalele prejudicii produse de prezenţa puterii reactive într'o reţea.

Coloana 1-a cuprinde diverse valori de factor de putere $K = \cos\varphi$. Coloana 2-a ne dă valoarea factorului reactiv $\rho = \frac{Q}{P}$ corespunzător. Coloana 3-a ne dă variaţiile necesare ale puterii

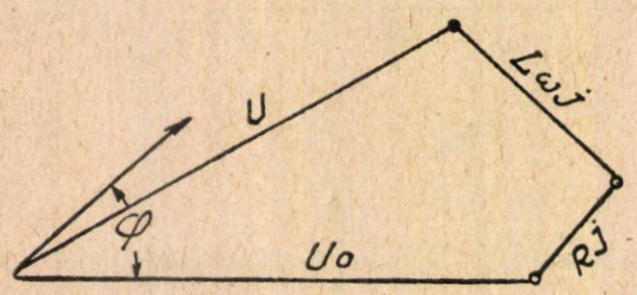


Fig. 3.

aparente S, pentru ca instalaţia respectivă să poată asigura o aceeaş putere reală. Aceste variaţii se dau în procente, considerându-se ca punct de plecare $S = 100$ la $\cos\varphi = 1$. Coloana 4-a ne dă în aceleaşi condiţii variaţia în procente a pierderilor p de putere reală pe reţea provocată de transportul puterilor reale şi reactive.

TABELA 1

Factor putere cos φ	Factor reactiv $\rho=\frac{Q}{P}$	Putere aparentă S%	Pierderi pe linie p %
1	0	100	100
0,95	0,33	105	110
0,9	0,48	111	123
0,85	0,62	117	137
0,8	0,75	125	156
0,7	1,02	143	204
0,6	1,33	166	276
0,5	1,73	200	400

Astfel acest tabel ne scoate în evidenţă, de exemplu:

La un factor de putere 0,7 puterea reactivă desvoltată este sensibil egală cu puterea reală; instalaţia trebue dimensionată pentru o putere aparentă cu 45% mai mare, din cauza prezenţei acestei puteri reactive, iar din aceeaş cauză pierderile pe linie se dublează.

Metode generale de îmbunătăţire

Cele mai sus expuse, şi în special proprietatea principiului conservării, ne scot în evidenţă că o reţea este sediul, corespunzând la două operaţii distincte, dar simetrice între ele, una privind puterile reale şi alta puterile reactive. Localizările însă ale consumaţiei şi producţiei de puteri reactive nu sunt totdeauna identice cu localizările puterilor reale.

Aparatele consumatoare de puteri reactive, sunt în general: maşinile sincrone subexcitate, cât şi orice aparat sau maşină echivalentă cu o inductanţă.

Aparatele producătoare de puteri reactive, sunt în general: maşinile sincrone supraexcitate cât şi orice aparat sau maşină echivalentă cu o capacitate.

In consecinţă, metodele generale de îmbunătăţire privitoare la efectele fenomenelor reactive se bazează pe două principii diferite, care trebuesc urmărite simultan şi anume:

a) Reducerea consumaţiei de putere reactivă ale diferitelor instalaţii racordate la reţea. Prin aceasta se realizează o îmbunătăţire naturală.

b) Producerea puterii reactive cerute pe reţea în condiţiunile cele mai raţionale şi avantajoase, cât şi reducerea distanţelor de transport ale puterii reactive dela punctele de producere la acele de utilizare sau de consum.

Aceste principii se vor întrebuinţa adaptându-le, în mod raţional, la fiecare caz particular în parte.

Problema reducerii consumaţiei de putere reactivă

Această metodă conduce la ceea ce se numeşte, după cum am văzut, îmbunătăţirea sau compensarea naturală.

Se ajunge la acest rezultat prin reducerea la maximum a consumaţiunilor inutile de putere reactivă.

Aparatele cele mai răspândite, receptoare de putere reactivă sunt motoarele asincrone. Supradimensionarea inutilă a acestor motoare conduce la o creştere de consum a puterii reactive, căreia nu-i corespunde o creştere simultană de putere reală.

O primă măsură indispensabilă este deci de a evita introducerea pe reţea de motoare asincrone supradimensionate sau de a lăsa racordate astfel de motoare mergând în gol, când ele ar funcţiona deci ca receptoare numai de putere reactivă.

Aceste simple prescripţiuni folosite judicios pot conduce la o importantă reducere de consum a puterei reactive şi la o îmbunătăţire în cadrul acestei probleme.

Pentru determinarea puterii reactive consumate de un motor asincron, tehnica sovietică se foloseşte de formula

$$Q = Q_0 (1 + \alpha\beta^2) \qquad (14)$$

în care notăm:

Q puterea reactivă consumată de motor la o sarcină dată

Q_0 Puterea reactivă consumată de motor la mers în gol

$$\alpha = \frac{Q_n - Q_0}{Q_0}$$

este creşterea relativă a consumului de putere reactivă când trece dela regimul de mers în gol la acela de regim nominal.

Q_n este puterea reactivă consumată de motor la sarcina nominală (100%).

β este coeficientul de încărcare al motorului definit prin raportul între puterea activă consumată efectiv și aceea nominală a motorului.

Această expresie ne permite a aprecia proprietățile efective ale motorului din punct de vedere al consumului de putere reactivă, exprimată în funcție de consumul Q_0 la mersul în gol sau de curentul reactiv (magnetizant) consumat de motor la mersul în gol.

Măsurătoarea mărimilor Q_0 și I_0 este relativ ușoară bazându-se doar pe folosirea unui ampermetru și unui voltmetru.

Ceea ce se cunoaște însă mai puțin este valoarea normală pe care ar trebui s'o aibă mărimile Q_0 și I_0.

In acest scop, tehnica sovietică a ajuns la stabilirea unei formule, care ne-ar da cu o suficientă aproximație valoarea normală de curent de mers în gol și anume:

$$I_0 = \frac{P_n}{U_n \eta} K_r \qquad (15)$$

în care:

P_n puterea nominală a motorului
U_n tensiunea nominală a motorului
η randamentul la sarcina normală

$$K_r = \left(tg\, \varphi_n - \frac{1}{1{,}25\, i - tg\, \varphi_n} \right) \frac{1000}{\sqrt{3}}$$

în care la rândul său φ_n este unghiul nominal de defazaj în plină sarcină, iar i este factorul curentului de pornire.

O problemă analoagă se pune pentru transformatori. Un astfel de aparat construit pentru puteri aparente de cca 100~300 kVA consumă o putere reactivă de ordinul a 6% din puterea aparentă.

In cazul când transformatorul ar funcționa la ½ sarcină, proporția de consum de putere reactivă ar crește la circa 12% din puterea aparentă efectiv pusă în joc.

Pentru transformatori mici de circa 25 kVA, consumul de putere reactivă este de circa 10% din puterea aparentă la plină sarcină sau de circa 20% la ½ din sarcina normală.

Se impune deci a se evita supradimensionarea transformatorilor, funcționarea lor în gol, sau subdivizarea lor în unitățile prea mici. Altfel, riscăm a provoca creșterea proporției de putere reactivă consumată și deci efecte importante de reducere a factorului de putere.

Consumația de putere reactivă a motoarelor și transformatorilor poate să crească când se folosește tablă de calități magnetice inferioare. In această situație este nevoie de un curent magnetizant mai puternic spre a menține fluxul necesar. Or, acest curent magnetizant, este tocmai acela care determină consumul de putere reactivă.

Se impune deci, în special pe considerații de putere reactivă, utilizarea de tole de cât mai bună calitate magnetică.

Reducerea distanțelor de transport

După ce se realizează coborîrea la maximum a consumului de putere reactivă pe rețea, prin metode zise de îmbunătățire sau compensare naturală, rămâne totuși o anumită cantitate de putere reactivă, care inevitabil trebue procurată consumatorilor și care deci pe baza principiului conservărei acestei mărimi, urmează a fi produsă undeva pe rețea. Am văzut însă că principalele prejudicii ale prezenței puterii reactive este tocmai circulația ei între locul de producere și cel de consum. Această circulație cauzează atât majorarea consumului de energie reală pe rețea (relația 12), cât și majorarea căderii de tensiune (relația 13). Cele două principale prejudicii apar în evidență tocmai prin examinarea problemei sub aspectul puterii reactive și a conservării ei, în loc de vechea concepție bazată numai pe factorul de putere.

In aceste condițiuni urmează a ne preocupa de a amenaja astfel producția de putere reactivă necesară rețelei în puncte, pe cât posibil, mai apropiate de acelea de consum.

Ar fi deci nerațional de a lăsa ca puterea reactivă să fie produsă totdeauna la uzină, mai ales dacă acea uzină se află la oarecare depărtare. In special, uzinele hidroelectrice, sunt cu totul improprii, în generalitatea cazurilor, spre a juca și rolul de producătoare de putere reactivă.

Este cu totul insuficient a ne preocupa numai de metode de compensare. Se impune a ne îngriji ca mijloacele de compensare, adică de producere ale puterii reactive să fie amenajate astfel pe rețea, încât distanțele de circulație ale puterii reactive până la punctele de consum să fie cât mai reduse.

Producerea rațională a puterii reactive

Această preocupare este în strânsă legătură cu problema precedentă a reducerii distanței de transport.

In urmărirea acestei laturi a problemei se va avea în vedere următoarele variante principale:

a) Producerea puterii reactive chiar la locul de consum, ceea ce la rândul său se poate realiza prin mai multe căi și anume:

Baterii de condensatori montate individual la fiecare motor asincron, sau aparat receptor de putere reactivă;

Baterii de condensatori montate pe grupe de receptoare de putere reactivă, când aceste receptoare sunt vecine, cum ar fi de exemplu motoarele unui atelier.

Atunci când puterea reactivă de produs trece de o anume valoare, ca de exemplu peste 250~300 Kvari, ar fi de examinat comparativ soluția producerii prin condensatori statici, cu aceea a producerii puterii reactive prin motoare sincrone supraexcitate.

b) Producerea puterii reactive în anumite centre ale relației special amenajate în acest scop, fie prin codensatori statici, fie prin motoare sincrone supraexcitate.

c) Producerea puterii reactive chiar la uzină, fie prin dimensionarea în consecinţă a puterii aparente a generatorilor, fie prin amenajarea separată a unui motor sincron supraexcitat, a cărui funcţionare echivalează cu a unui generator de putere reactivă.

Varianta a) are marele avantaj de a suprima complet orice transport de putere reactivă cu toate consecinţele lui (pierderi de energie, majorări de cădere de tensiune, etc.). In schimb însă investiţiile în amenajarea instalaţiilor de producere a puterii reactive sunt mai ridicate.

Varianta c) conduce la investiţii mai reduse pentru producerea puterii reactive, în schimb însă, se menţin integral toate prejudiciile transportului puterii reactive.

In această variantă apar două subvariante. In cazul când ordinul de mărime al puterii reactive de produs la uzină este mai mic decât al puterii active, e preferabil în general a se majora în consecinţă puterea aparentă a generatorilor.

Când însă ordinul de mărime al puterii reactive, de produs în *Kvari* este mai mare decât al puterii active în *kWaţi* (factor de putere sub 0,7), este preferabil a dimensiona generatorii pentru un factor reactiv de ordinul $\rho = 0{,}75 \sim 1$ iar diferenţa de putere reactivă să fie produsă într'un motor sincron separat. Totul depinde de variaţia cerinţelor de putere reactivă faţă de acelea ale puterii active.

Varianta b) conduce la concluzii intermediare.

In principiu, *varianta a)* reprezintă soluţia integrală de adoptat. Numai pe baze de studii economice detailate şi de exploatare se va examina dacă e cazul a trece la o altă variantă. Esenţialul e ca problema producerii şi transportului puterii reactive, să fie în orice caz studiată, iar nu abandonată la o funcţionare întâmplătoare.

Intre soluţiile bateriei de condensatori şi motor sincron, atunci când această comparaţie se pune, avem de ţinut seama şi de consideraţiile:

Motorul sincron este o maşină de un randament ceva mai mic ca o baterie de condensatori, implică o întreţinere şi o supraveghere de funcţionare.

De aceea pentru produceri de puteri reactive mici, soluţia bateriilor de condensatori este preferabilă, iar dela o anumită putere în sus (circa $250 \sim 500$ kvari) avantajul trece în favoarea motorului sincron şi aceasta în special pe consideraţii economice şi de investiţii.

In ceea ce priveşte bateriile de condensatori ele însăşi se pot monta în două alternative: pe înaltă tensiune sau joasă tensiune.

Montajul pe înaltă tensiune are avantajul unei sensibile reduceri de investiţie, dar în schimb reţeaua de joasă tensiune inclusiv staţia de transformare vor continua a fi sediul prezenţei şi circulaţiei de putere reactivă. Proprietăţile sunt inverse în cazul montajului pe joasă tensiune.

Variaţia de investiţie a condensatorilor este destul de importantă în funcţie de tensiunea pe care ei sunt destinaţi a funcţiona.

Astfel ca o indicaţie relevăm următoarele date de preţ exprimate în procente pentru un kvar de condensator în funcţie de tensiunea de serviciu.

TABELA 2

Tensiunea	Preţul în %
Inaltă tensiune (3000 ~ 6000 V)	100
500 V	200
380 V	300
220 V	500

Pe aceste consideraţii de ordin economic, uneori chiar când racordăm condensatorii pe joasă tensiune, legătura se face prin intermediul unui transformator special, care dă pe secundar o înaltă tensiune de circa 3000 kV la care se montează bateria de condensatori.

Motoare speciale cu consumaţiuni reduse de putere reactivă

Motorul care prin excelenţă funcţionează fără o consumaţie de putere reactivă este motorul sincron. El implică însă anumite condiţii de funcţionare şi în special o viteză riguros constatată, iar pe de alta parte necesitatea unor mijloace speciale de pornire, care-l face a nu fi apt pentru utilizări, în cazul de puteri mici individuale, la orice fel de aplicaţii.

Motorul asincron va putea fi înlocuit prin motor sincron numai începând dela anumite puteri şi numai atunci când condiţiile de exploatare se adaptează la caracteristicile unui motor sincron.

S'au construit însă şi diverse categorii de motoare asincrone cu consumaţii reduse de putere reactivă.

TABELA 3

Tipul	Preţ %	Pierderi kW	Rand. %	Putere reactivă la plina sarcină kvar	Putere aparentă kVA
Motor asincron cos $\varphi = 0{,}84$.	100	90	94,7	1100	1200
Motor asincron compensat cos $\varphi = 1$ . . .	117	103	94	0	1200
Motor asincron cos $\varphi = 0{,}95$.	116	76	95	—550 (mers capacitiv)	3200
Motor asincron sincronizat cos $\varphi = 0{,}95$.	125	100	94	—550 (capacitiv)	1300

Astfel avem:

Motoare asincrone sincronizate, care sunt de fapt motoare asincrone cărora, după ce au atins

viteza normală, li se trimite în indus un curent continuu, motorul continuând apoi a funcţiona în regim sincron.

Motoare asincrone compensate, cărora li se procură puterea reactivă necesară prin intermediul unui curent de joasă frecvenţă trimis tot în rotor.

Motoarele compensate uneori îşi procură singure puterea reactivă printr'un dispozitiv propriu, comportând însă un colector. Toate aceste construcţii sunt în general mai scumpe şi deci adoptarea lor comportă studii economice tehnice comparative cu alte mijloace de compensare.

Se vede că motorul sincronizat reprezintă de obiceiu soluţia cea mai scumpă.

Exploatarea ne arată de altfel că această soluţie se justifică numai cu un caracter transitoriu până la adoptarea unor soluţii definitive.

Compensatori de fază. In această din urmă categorie se cuprind şi o serie de dispozitive zise «compensatoare de fază». Ele sunt în oarecare măsură, asemănătoare cu dispozitivele proprii ale motoarelor zise compensate.

Un motor sincron supraexcitat deşi funcţionează pe principii diferite şi bine cunoscute ale unei astfel de maşini, poate fi considerat că şi el joacă rolul general de a compensa un fenomen de defazaj. Un motor sincron supraexcitat este un producător de putere reactivă.

(Continuare în numărul viitor).

ТЕХНИЧЕСКАЯ СТОРОНА РЕАКТИВНЫХ И ДЕФОРМИРУЮЩИХ ЯВЛЕНИЙ

Резюме

Вопрос коэфициента мощности приобретает все большее значение по мере роста числа транспортных и производственных установок электроэнергии. Автор указывает, что физической основой вопроса коэфициента мощности является новая величина, именуемая *реактивной мощностью.* Эта величина сохраняется в сети аналогично и одновременно с активной мощностью. Автор излагает свой личный взгляд на это свойство. Следовательно, реактивную мощность, израсходованную в некоторых точках сети, необходимо произвести в определенных машинах и аппаратах и затем передать по сети также, как и активной мощность. Возникает явление *движения* реактивной мощности. Явления наличия реактивной мощности приносят много вреда. В особенности подчеркнута необходимость усилить кажущуюся мощность установок. Уменьшение этого вреда основывается на методах сокращения расхода реактивной мощности, на целесообразном оборудовании пунктов ее производства и на сокращении растояния передачи данной электрической энергии.

Рассматривается вопрос расхода реактивной мощности асинхронными двигателями и возможность замены их другими двигателями. Также подчеркивается помощь, оказанная Советской наукой и техникой в этом важном вопросе.

DETERMINAREA PUTERII INSTALATE LA UZINELE HIDROELECTRICE

de ing. GH. CIOARĂ

Prin realizarea Planului de Electrificare iniţiat de Partidul Muncitoresc Român, ţara noastră se va acoperi cu o reţea de centrale hidro şi termoelectrice, care vor constitui baza tehnică a construirii socialismului în Republica Populară Română.

Problemele tehnice ridicate de proiectarea raţională a acestor uzine — proiectare care să ţină seama de condiţiile în care se desvoltă ţara noastră — vor fi mari, şi rezolvarea lor va da prilejul de a împinge înainte o seamă de discipline tehnice care sunt chemate să contribue la realizarea acestui măreţ Plan de Electrificare.

Ţinând seama de volumul mare de lucrări, de uriaşele investiţii care se fac pentru electrificare, problemele unei proiectări cât mai raţionale vor trebui să fie obiectul unei atenţii deosebite a proiectanţilor.

Una dintre aceste probleme este aceea a puterii care se instalează într'o centrală electrică.

Proiectul unei uzine hidroelectrice este alcătuit întotdeauna din două părţi — una care analizează şi determină indicii energetici ai uzinei hidroelectrice proiectate şi alta de construcţii hidrotehnice, care fixează caracterul şi dimensiunile lucrărilor astfel ca ele să asigure exploatarea în cele mai bune condiţiuni a acesteia.

Prin indicii energetici înţelegem: *a)* puterea instalată (suma puterilor maxime ale turbinelor); *b)* regimul puterii (variaţia în timp a puterii de care dispune uzina hidroelectrică); *c)* cantitatea de energie produsă în anul normal şi în anii caracteristici.

Aceşti indici energetici depind de o serie de parametri ca de ex: cota optimă de reţinere, volumul util cel mai economic al lacului de

acumulare, regimul de regularizare a debitelor, tipul, numărul și randamentul unităților etc., care la rândul lor, deasemenea, fac obiectul calculelor hidroenergetice.

Dintre acești indici energetici, de cea mai mare importanță este «puterea instalată», de ea depinzând în cele mai multe cazuri atât regimul de variație a puterii, cât și cantitatea energiei produse. Deasemenea, de puterea instalată depind și indicii economici, adică: investiția totală, investiția pentru 1 kW putere instalată și prețul de revenire al energiei electrice — (costul per 1 kWh). Deaceea studiul «puterii instalate» trebue să capete atențiunea cuvenită.

Din formula de determinare a puterii uzinelor hidroelectrice:

$$P = 9{,}81 . Q . H_n . \eta_t . \eta_g \text{ kW},$$

se vede că puterea este funcție de debit, căderea corespunzătoare și randamentul unității (turbină și generator).

Datorită variației acestora, și în primul rând a debitului, puterea poate căpăta valori foarte variate care cresc odată cu creșterea respectivilor parametri. Prin urmare dintre toate valorile pe care le poate căpăta puterea, trebue aleasă aceea care asigură cel mai favorabil efect energetic, nu numai pentru uzina hidroelectrică considerată, ci și pentru întregul sistem energetic din care face parte aceasta.

Spre rezolvarea acestei probleme se poate merge pe mai multe căi, care însă nu duc întotdeauna la cele mai juste rezultate.

De exemplu, în literatura tehnică răspândită mai mult la noi se pot găsi formule care, corespunzător unor anumite ipoteze de calcul, permit determinarea debitului instalat, fără a ține seama de caracteristicele economice ale uzinei proiectate. Alte ori, ținându-se seama și de anumite caracteristice economice, se recomandă folosirea unor ecuații matematice, care corespunzător unor anumite ipoteze de calcul, permit determinarea puterii instalate a uzinei hidroelectrice respecpective.

In afară de faptul că aceste ipoteze de calcul ce presupun soluții cu obținerea unor beneficii maxime, a energiei celei mai ieftine și altele, nu mai corespund condițiilor economice și politice în care se desvoltă țara noastră, nici metodica determinării puterii instalate optice nu este întru totul corectă.

Numai prin neglijarea unei serii de factori foarte importanți se poate simplifica problema în așa fel încât ea să poată fi pusă sub formă de ecuație matematică, general valabilă, și care rezolvată să permită determinarea optimului.

Ori, factorul cel mai important este faptul că exploatarea uzinelor electrice se face nu izolat, ci împreună, într'un sistem energetic și prin urmare construirea uzinelor electrice se face după un plan, ținând seama de interesele generale ale economiei naționale. Interesele generale ale economiei naționale pot cere ca o parte din puterea instalată să fie termoelectrică și nu hidroelectrică, sau invers.

In această privință literatura sovietică de specialitate [1]) ne arată calea justă spre rezolvarea acestei probleme.

Mai jos vom arăta care sunt factorii cei mai importanți de care trebue să se țină seama în determinarea puterii instalate a uzinelor hidroelectrice și cum se rezolvă această problemă în Uniunea Sovietică.

1. *Costul kilowatului instalat și costul kilowatului suplimentar instalat.*

Acesta se obține împărțind suma investițiilor la puterea instalată $I = \frac{A}{P}$ și este în funcție de condițiile locale ale uzinei proiectate.

Prin mărirea puterii instalate și investițiile cresc — dar creșterea acestora nu este direct proporțională, deoarece sunt uvraje care nu se schimbă prin mărirea puterii instalate, ca de exemplu: barajul și vanele cu mecanismele lor, eclusele, unele părți din echipamentul clădirii centralei, drumurile de acces, colonia personalului, etc.

Valoarea echipamentului energetic și electric, a unei părți din clădirea centralei, a derivației și altora, crește însă proporțional cu creșterea puterii instalate.

In general, valoarea tuturor lucrărilor se exprimă astfel:

$$A = aP + A_0 \quad \text{unde:}$$

A este investiția totală,

A_0 este partea constantă din investiții și

aP, partea din investiții proporțională cu puterea.

Coeficientul de proporționalitate se numește *costul kilowatului suplimentar.*

Prin urmare în cazul a două variante a puterii instalate Pi_1 și Pi_2, avem:

$$A_1 = A_0 + a\, Pi_2$$

$$A_2 = A_0 + a\, Pi_2, \text{ de unde}$$

$$a = \frac{A_1 - A_2}{Pi_1 - Pi_2}.$$

Costul kilowatului suplimentar instalat este mai mic decât costul mediu al 1 kW și deci în alegerea puterii instalate a uzinei hidroelectrice este bine să se aibă în vedere nu costul mediu al 1 kW — putere instalată — ci al celui diferențial, suplimentar instalat.

2. *Cheltuelile anuale de exploatare a uzinei hidroelectrice*

Acestea sunt de două feluri:

a) *Cheltueli indirecte*, nelegate direct de procesul de exploatare a uzinei. Acestea sunt reți-

[1]) *A. A. Morozov*, «Utilizarea energiei apei». Moscova-Leningrad, 1948. *S. N. Nikitin*, «Metodica calculelor hidroenergetice». Moscova-Leningrad, 1949.

nerile anuale ce se fac pentru amortizarea lucrărilor și pentru reparațiile capitale.

b) *Cheltuelile directe* — care se compun din: salariul personalului permanent; cheltuelile pentru reparații curente; costul energiei electrice consumate pentru nevoile proprii ale uzinei; cheltuelile generale și speciale (în funcție de specificul uzinei).

In general aceste cheltueli anuale de exploatare reprezintă cca 4—6% din valoarea tuturor investițiilor (pentru determinarea exactă a acestora a se vedea A. Morozov, « Utilizarea energiei apei »).

Notând cheltuelile anuale de exploatare cu A avem:

$$A = (0{,}04 \div 0{,}06)\ A$$

3. *Despre timpul de răscumpărare*

In general investițiile necesare pentru construirea unei uzine termoelectrice sunt mai mici decât cele pentru o uzină hidroelectrică de putere egală. Dar din pricina combustibilului, cheltuelile anuale de exploatare sunt mai mari la uzinele termoelectrice și deaceea după o perioadă de timp — egală cu « timpul de răscumpărare », — cu toate investițiile inițial mai mari, uzina hidroelectrică devine mai convenabilă decât cea termoelectrică. Notând: A_t — investițiile inițiale

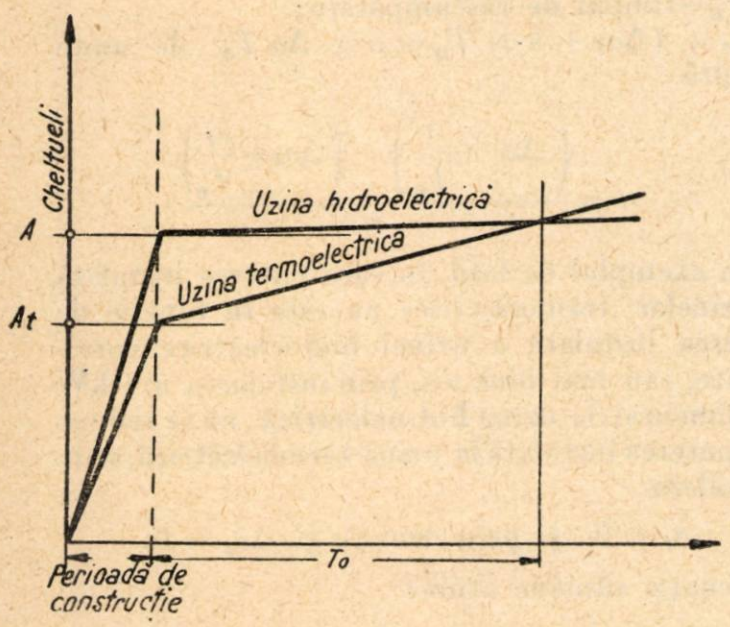


Fig. 1.

pentru uzina termoelectrică; ΔA_t — cheltueli anuale cerute de uzina termoelectrică; $b \cdot t$ — cheltueli necesare pentru combustibil; A și ΔA — investițiile și cheltuelile anuale de exploatare pentru uzina hidroelectrică, putem scrie:

$$A + \Delta A \cdot T_0 = A_t + (\Delta A_t + b \cdot t)\, T_0 \text{ de}$$

unde T_0 — « timpul de răscumpărare » — după care uzina hidroelectrică devine mai convenabilă, este:

$$T_0 = \frac{A - A_t}{\Delta A_t - b \cdot t - \Delta A}.$$

Diferența $A - A_t$ a investițiilor inițiale, în cazul alegerii variantei — uzina termoelectrică — poate fi folosită în alte domenii ale economiei naționale de ex: construirea de căi ferate, fabrici, canale și altele. Deci de durata timpului de răscumpărare depinde și valoarea investițiilor care se fac.

4. *Graficul variației de sarcină a consumatorilor*

Consumul de energie în timpul zilei variază în funcție de natura consumatorilor și deoarece energia electrică nu poate fi acumulată, ea trebue produsă atunci când este cerută de consumator.

Sarcina sistemului energetic se distribue astfel între centralele electrice din sistem încât cheltuelile de exploatare să fie minime. In ceeace privește uzina hidroelectrică ce se proiectează, locul care se atribue acesteia în acoperirea sarcinei zilnice este hotărîtor în determinarea puterii instalate.

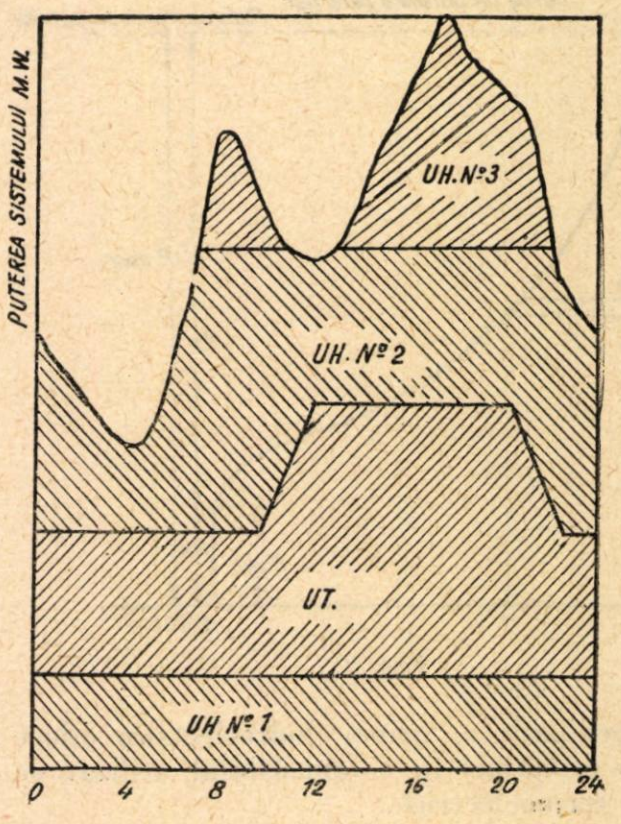


Fig. 2.

In fig. 2 se arată graficul variației orare a sarcinei unui sistem și felul în care aceasta este acoperită de diferitele centrale electrice care alcătuesc sistemul. Determinarea puterii instalate a unei uzine hidroelectrice este influențată de următorii factori:

1) Costul kilowatului instalat și a celui suplimentar instalat; 2) cheltuelile anuale de exploatare respective; 3) exploatarea în sistem energetic și deci posibilitatea de a substitui o putere suplimentar instalată la o uzină hidroelectrică cu una termoelectrică; 4) timpul de răscumpărare, sau 5) graficul de sarcină a sistemului. Pentru a înțelege cum se produce această influență dăm câteva exemple în care arătăm cum se ține seama de aceste considerente în alegerea puterii instalate.

a) *Uzina hidroelectrică pe firul apei, fără posibilitatea regularizării orare.*

In fig. 3 este dată curba de durată a puterilor medii zilnice naturale ale râului considerat. Având în vedere faptul că uzinele termoelectrice trebue să asigure puterea maximă în tot timpul anului, rezultă că puterea instalată a acestora trebue să fie:

$$P_t = P_{max} - P_{min}.$$

Aceasta se întâmplă în ipoteza că celelalte centrale electrice din sistem sunt termice. Dacă în sistem sunt în exploatare şi alte uzine hidroelectrice, atunci puterea instalată a celor termoelectrice se reduce corespunzător. De aici rezultă că puterea maximă desvoltată de uzina hidroelectrică nu reduce deloc pe cea care trebue instalată în uzinele termoelectrice şi prin urmare

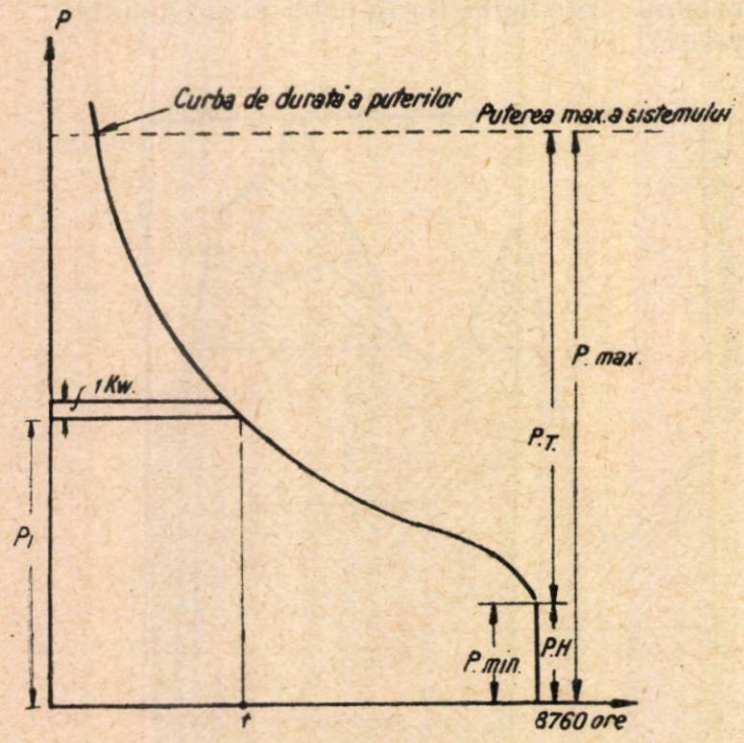


Fig. 3.

o supraechipare a uzinei hidroelectrice aduce numai o economie în combustibilul utilizat de centrala termoelectrică.

Presupunem că puterea instalată în uzina hidroelectrică este *Pi*. Mărirea acesteia cu 1 kW aduce cheltueli anuale suplimentare Δa, după cum s'a arătat anterior, precum şi o cantitate suplimentară de energie hidroelectrică:

$$\Delta E = 1 \times t \quad \text{kWh.}$$

Economia corespunzătoare de combustibil realizată la uzinele termoelectrice va fi $b \cdot t$, în care b este costul combustibilului necesar pentru producerea a 1 kWh energie, iar t este timpul de utilizare a acestui 1 kW suplimentar instalat.

Prin urmare se poate scrie ecuaţia:

$$\Delta a = t \cdot b;$$

de aci rezultă

$$t = \frac{\Delta a}{b}$$

Această relaţie ne arată care trebue să fie timpul de utilizare a puterii instalate astfel ca cheltuelile anuale să fie egale cu economia în combustibil făcută de uzinele termoelectrice.

Cu ajutorul curbei de durată se determină puterea instalată care corespunde timpului de utilizare cel mai economic t. Instalarea unei puteri mai mari, care ar avea ca timp de utilizare $t_1 < t$, este neeconomică deoarece cheltuelile suplimentare anuale nu sunt compensate de economia în combustibil la uzinele termoelectrice.

Pentru a se determina însă just timpul t de utilizare a puterii instalate mai trebue avut în vedere şi «timpul de răscumpărare», după cum s'a arătat anterior.

Aşa după cum se vede din fig. 1 se poate scrie, notând:

a — investiţia cerută de instalarea a 1 kW suplimentar în uzina hidroelectrică;

Δa — cheltuelile anuale cerute de instalarea a 1 kW suplimentar în aceeaş uzină;

a_t — investiţia cerută de instalarea aceluiaş 1 kW suplimentar la o uzină termoelectrică;

Δa_t — cheltuelile anuale suplimentare cerute de uzina termoelectrică;

$b \cdot t$ — cheltuiala de combustibil necesar pentru a se produce energia respectivă, la o uzină termoelectrică;

T_0 — timpul de răscumpărare;

$a_t + (\Delta a_t + b \cdot t)\, T_0 = a + \Delta a\, T_0$ de unde rezultă

$$t = \frac{\left(\Delta a + \frac{a}{T_0}\right) - \left(\Delta a_t + \frac{a_t}{T_0}\right)}{b}.$$

In exemplul de faţă, în care puterea instalată a uzinelor termoelectrice nu este în funcţie de puterea instalată a uzinei hidroelectrice considerate, sau mai bine zis, prin instalarea a 1 kW suplimentar la uzina hidroelectrică, nu se reduce din puterea instalată la uzina termoelectrică, vom considera

$$a_t = 0 \quad \text{şi prin urmare şi} \quad \Delta a_t = 0.$$

Ecuaţia rămâne atunci

$$t = \frac{\Delta a + \frac{a}{T_0}}{b}.$$

Considerând timpul de răscumpărare T_0 dat, se poate determina timpul de utilizări a puterii instalate şi corespunzător pe curba de durată, puterea instalată.

b) *Uzina hidroelectrică cu posibilitatea regularizării orare.*

Existenţa unui lac de acumulare, la o distanţă care permite exploatarea în bune condiţiuni şi care are un volum suficient de mare astfel ca să se poată face regularizarea după necesităţile impuse de graficul variaţiei de putere zilnică, modifică valoarea puterii instalate.

In fig. 4 este reprezentată variația orară a puterii în sistem.

Suprafața haşurată reprezintă energia zilnică consumată, energie care poate fi produsă ori de o putere constantă P_{mz} sau de o putere variabilă, ca în graficul din fig. 4.

Impărțind suprafața acestui grafic în fâșii orizontale, calculând energia corespunzătoare acestor fâșii și însumând-o pe axa orizontală a energiei obținem curba integrală a energiei a, b, c, d. La început, la puteri egale (lățimi de fâșii egale) corespund energii egale adică $E = E_1 = \ldots$ prin urmare, integrând suprafața graficului, până la orizontala care trece prin b'

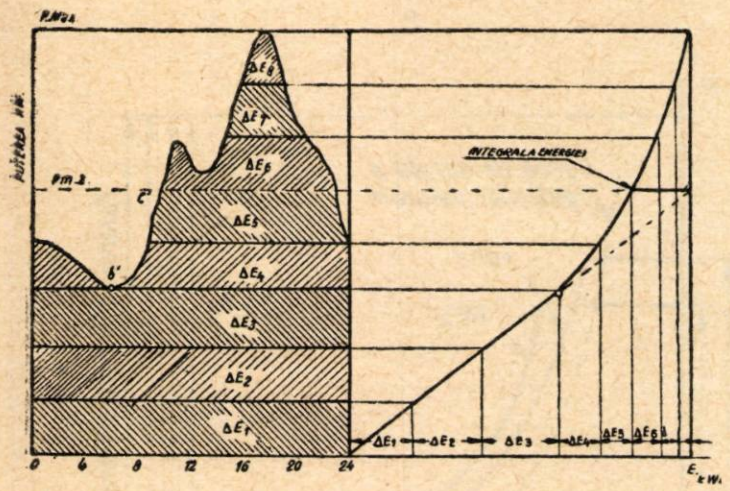


Fig. 4.

vom obține o dreaptă. Continuând însumarea, suprafețelor fâșiilor de puteri egale, curba integrală a energiei (curba de analizare a graficului de sarcină orară) devine cea din figură (curba a, b, c, d).

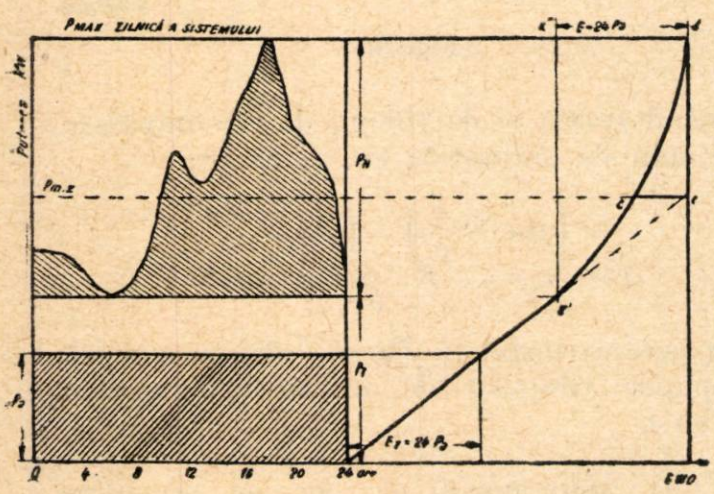


Fig. 5.

Prelungind segmentul ab până la verticala ce trece prin d se obține punctul e. Acest punct determină pe axa puterilor valoarea puterii medii zilnice $Pm \cdot z$.

Segmentul ce măsurat pe axa energiei reprezintă tocmai energia produsă de sarcina de vârf ($P > Pm \cdot z$).

Această curbă a integralei energiei este foarte folositoare în determinarea, atât a puterii instalate a uzinelor hidroelectrice cât și a celor termoelectrice (vezi fig. 5) De exemplu, presupunem că puterea medie zilnică a cursului de apă este P_a kW. și că este obținută printr'un debit constant zilnic, fie el natural, fie regularizat cu ajutorul unui lac de acumulare sezonieră sau anuală.

Dacă uzina proiectată este o uzină de bază ea va prelua o putere constantă din partea de jos a graficului.

Dacă în scopul însă de a reduce la minimum cheltuelile anuale pe întregul sistem energetic rezultă că uzina hidroelectrică trebue să preia vârful de sarcină, atunci puterea instatată va fi alta decât P_a.

Dacă P_a este puterea medie zilnică a cursului de apă atunci energia produsă zilnic va fi

$$E_z = 24\, P_a.$$

Segmentul dk'' (corespunzător acestei energii zilnice) așezat orizontal la partea de sus determină segmentul $K''K'$ care este tocmai puterea instalată a uzinei când aceasta va prelua vârful de sarcină. Această putere instalată P_H este mai mare decât P_a

In această situație puterea necesară uzinelor termice se reduce simțitor.

Dacă P_H este puterea uzinei hidrolectrice considerate, atunci $P_t = P_{max} - P_H$ unde P_t este puterea instalată în uzinele termoelectrice.

In scopul determinării corecte a puterilor instalate a uzinelor termoelectrice, graficul variației de sarcină trebue să fie cel corespunzător zilei celei mai încărcate, adică al unei zile de iarnă, iar debitul mediu zilnic considerat al râului trebue să fie cel mai mic, bine înțeles având în vedere un anumit coeficient de asigurare (o anumită durată).

Dacă puterea medie zilnică P_a este egală cu puterea medie zilnică a sistemului $Pm.z$ atunci întreaga sarcină va fi acoperită de uzina hidroelectrică considerată, cu condiția ca lacul de retențiune zilnică să permită acumularea debitelor după cum cere variația de sarcină.

In cazul în care lacul de retențiune zilnică nu posedă capacitatea energetică $E_H = 24\, P_a$ atunci uzina hidroelectrică nu poate acoperi vârful de sarcină.

Presupunem că capacitatea energetică a lacului de acumulare este $E_L < E_H$.

Atunci puterea instalată a uzinei hidroelectrice se determină în felul următor (a se vedea fig. 6):

Din puctul d așezăm orizontal segmentul egal cu capacitatea energetică a lacului E. In felul acesta se determină care este puterea pe care o poate desvolta uzina hidroelectrică în cazul în care ea ar acoperi sarcina de vârf. Presupunem că această putere este P_H, partea de energie pe care uzina o va produce lucrând la bază cu debitul natural, va fi

$$E_B = E_H - E_L.$$

Pentru a determina poziția pe care o va ocupa uzina în acoperirea graficului de sarcină, începând din punctul m așezăm verticala egală cu Pa. Punctul m este determinat astfel că segmentul uv să fie egal cu E_L.

Prin urmare puterea instalată și uzina hidroelectrică va fi

$$P_H = P'_H + P_a$$

Uzina hidraulică pe firul apei — cu posibilitatea regularizării orare.

In acest caz puterea minimă asigurată P_{H1} nu va mai fi P_H (cum a fost în exemplul *a*) ci va fi mai mare, diferența fiind datorată regularizării orare.

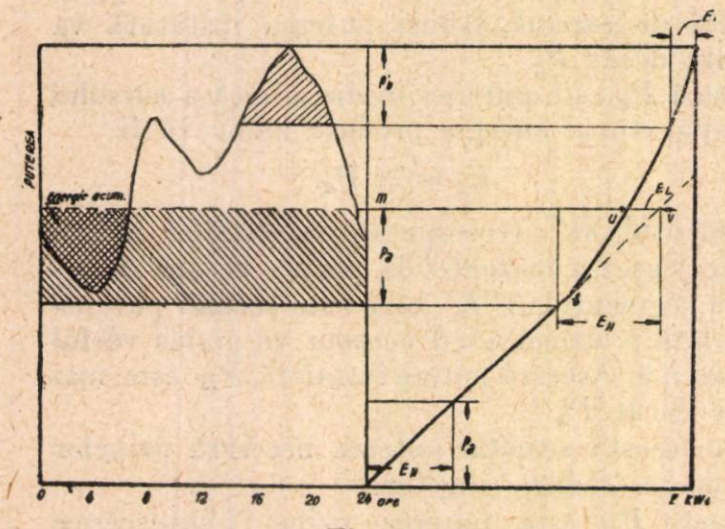


Fig. 6.

In fig. 7 este reprezentată curba de durată a puterilor naturale.

Considerând P_{max}, puterea maximă a sistemului și ținând seama și de regularizarea orară,

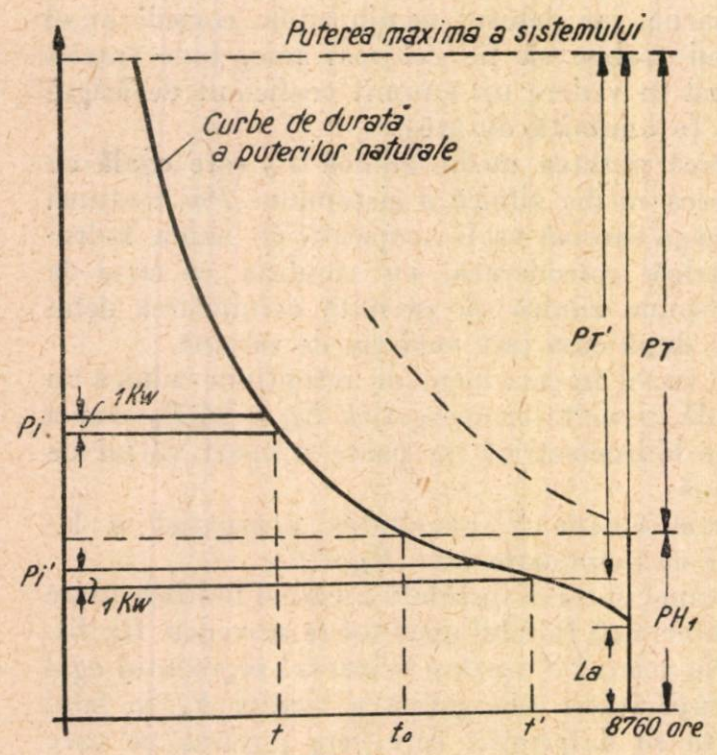


Fig. 7.

puterea necesară a celorlalte centrale electrice din sistem (a celor termoelectrice) va fi

$$P_T = P_{max} - P_{H1}.$$

Dacă pentru uzina hidroelectrică proiectată se alege inițial puterea instalată $P_i > P_{H1}$, prin mărirea acesteia se va face numai economie de combustibil la uzinele termoelectrice și prin urmare problema se rezolvă ca în exemplul *a*. Dacă însă vom alege o putere instalată $P'_i < P_{H_1}$ atunci puterea necesară celorlalte uzine din sistem va fi $P_T = P_{max} - P'_i$ și prin urmare la o mărime a puterii instalate P'_i cu 1 kW, se aduce nu numai o economie de combustibil, ci corespunzător se reduce și puterea instalată a uzinelor termoelectrice.

Notând

Δa și Δa_t — cheltuelile anuale de exploatare pentru uzina hidro și termoelectrică și

$b \cdot t$ — costul combustibilului necesar pentru producerea energiei $E = 1 \cdot t$ kW, avem:

$\Delta a = \Delta a_t + b \cdot t$ de unde,

$$t = \frac{\Delta a - a_t}{b}$$

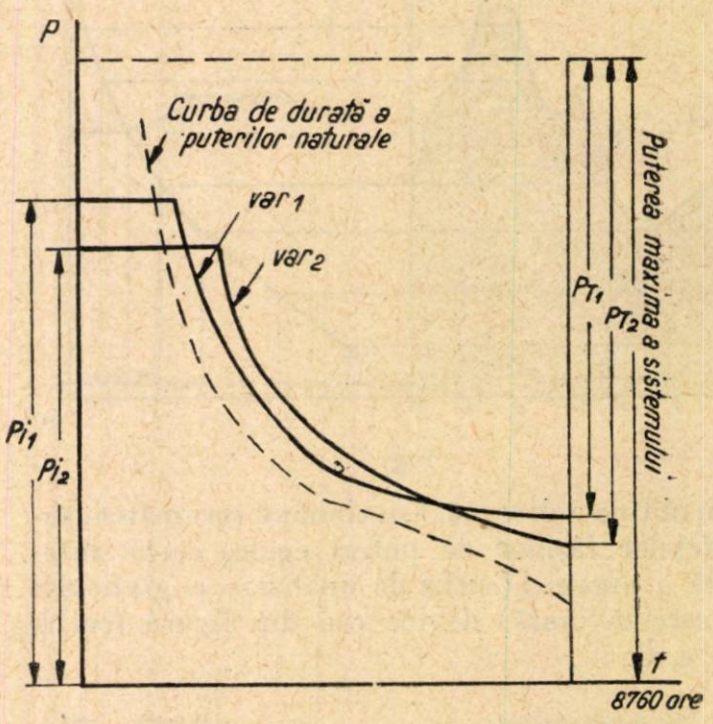


Fig. 8.

Ținând seama și de timpul de răscumpărare, după cum s'a obținut în ex. *a*, avem:

$$t = \frac{\left(\Delta a + \frac{a}{T_0}\right) - \left(\Delta a_t + \frac{a_t}{T_0}\right)}{b},$$

adică puterea instalată P_t, cea mai economică, corespunde timpului de utilizare a acesteia egal cu *t*.

c) *Uzina hidroelectrică cu lac de acumulare care permite o regularizare sezonieră anuală sau superanuală necompletă.*

In acest caz curba de durată a puterilor naturale este modificată de către lacul de acumulare. In funcție de puterea instalată se schimbă atât puterea minimă asigurată cât și forma curbei de durată, iar alegerea puterii instalate optime se face în urma comparației mai multor variante și având în vedere principiile arătate mai înainte (vezi fig. 8).

Presupunem că pe baza curbei integrale a debitului (curba de retențiune) și ținând seama

de volumul util al lacului de acumulare s'au prelucrat două variante ale planului de exploatare — o variantă cu puterea instalată P_{i_1} și alta cu P_{i_2}.

Curbele de durată ale puterii în cele două variante sunt date în fig. 8. Din punct de vedere economic, cele două variante nu sunt dentice.

Varianta 1 mărește puterea instalată a uzinei hidroelectrice proiectate, dar reduce pe cea instalată a uzinelor termoelectrice și pe deasupra utilizează și mai bine volumul de apă tramsportat de râul considerat.

Prin comparația mai multor variante se alege cea mai convenabilă din punct de vedere economic, în afară de cazul în care cerințele speciale al sistemului energetic impun pentru uzina hidroelectrică considerată adoptarea unei anumite variante.

Aceasta dovedește importanța planului de exploatare care, după cum se vede, trebue să stea la baza proiectării. Este de preferat ca curba de durată să nu fie construită pentru anii caracteristici, ci pentru întreaga perioadă în care s'au făcut măsurători de debite, adică pe o perioadă cât mai lungă.

Exemplele arătate mai sus sunt cele tipice și în afară de aceastea mai pot exista și altele. Determinarea puterii instalate se face sau după principiile arătate mai sus, sau în unele cazuri speciale, după nevoile pe care le impune sistemul energetic.

Deasemenea este necesar să se țină seamă că puterea instalată, despre care s'a scris mai înainte, este o «putere de lucru». In afară de aceasta, sistemul trebue să mai dispună și de o *rezervă de putere.*

Rezerva este de trei feluri (A. A. Morozov «Utilizarea energiei apei»):

1. *Rezervă de exploatare* — care trebue să preia oscilațiile sarcinei sau a eventualelor vârfuri neașteptate, în sistemele mari această rezervă trebue să fie cca 5% din sarcina maximă. Pentru sistemele mici procentul este mai mare.

2. *Rezerva de avarii.* In cazul în care o unitate iese din exploatare din pricina unei avarii trebue să existe o rezervă care să o înlocuiască. Această rezervă nu trebue să fie mai mică decât cea mai puternică unitate și în niciun caz mai mică de 10—15% din sarcina maximă a sistemului.

3. *Rezerva de reparații.* Ea trebue să asigure exploatarea sistemului în perioada de reparație planificată a unităților.

In distribuția rezervei de putere pe diferitele centrale hidroelectrice, trebue avută în vedere posibilitatea pe care o are fiecare dintre acestea de a prelua această rezervă. De exemplu, pentru o uzină pe firul apei care lucrează cu debitele naturale nu i se poate atribui rezerve de putere deoarece nu dispune de debit suficient pentru aceasta.

In concluzie, puterea instalată determinată din considerente economice este numai limita inferioară sub care nu se poate trece. In realitate, puterea instalată este mai mare, ea fiind impusă de rezervele pe care sistemul energetic le cere.

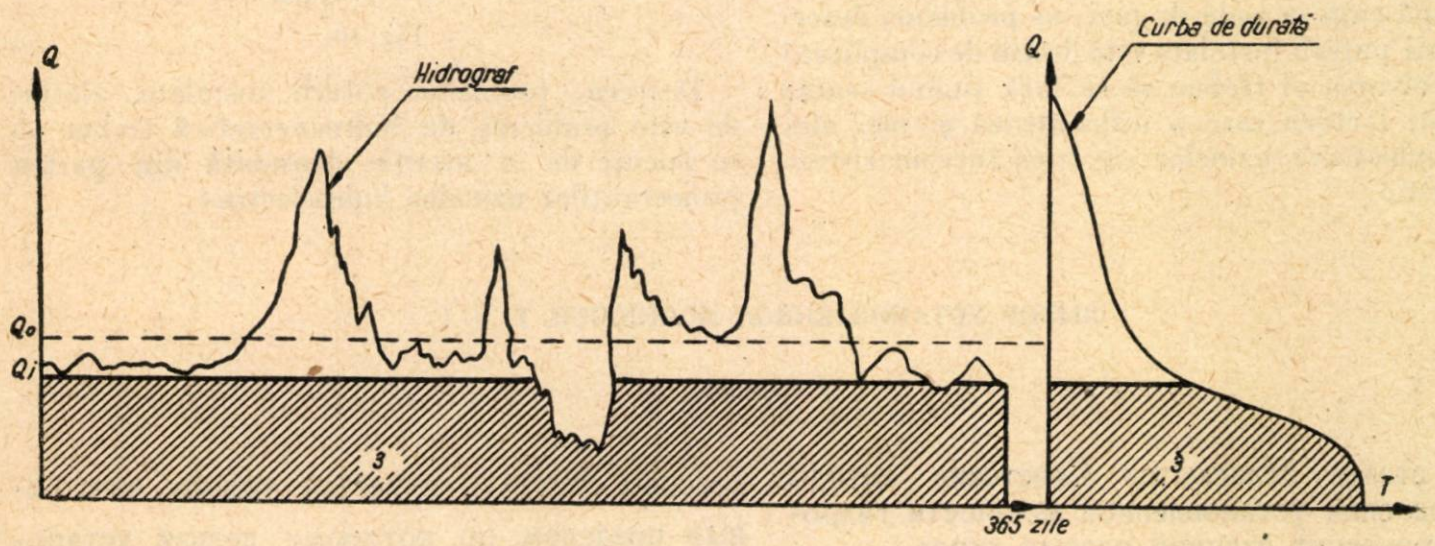


Fig. 9.

d) *Determinarea puterii instalate la microcentrale.*

Cele arătate până acum se referă la uzinele hidroelectrice care lucrează cu rezervă termică. In ceeace privește centralele mici — sătești (microcentralele) care lucrează fără rezervă termică, puterea instalată a acestora se alege pe baza principiului utilizării maxime a râului.

Pentru aceasta, formula cea mai potrivită este cea a prof. Sokolovski (a se vedea N.K. Kuznețov și A. P. Zlatokvski «Microcentralele», Moscova 1948).

Formula prof. Sokolovski

$$P = AQ_0 K_i H,$$

în care P este puterea instalată în kW., A coeficientul în funcție de modul de cuplare a generatorului cu turbina.

Coeficientul A are valorile următoare:

K_i coeficientul de puteri instalate

$$K_i = \frac{Q_i}{Q_0}$$

Q_o este devitul mediu anual

Q_i este debitul instalat.

Centrală cu putere mică — transmisiune directă	7
Centrală cu putere mică — transmisiune cu curea	6,5
Centrală cu putere mică — transmisiune prin roți dințate	6,3
Centrală cu putere mică — dublă transmisiune .	6,0

Pentru determinarea coeficientului K_i se folosesc două dintre caracteristicele hidrologice ale râului:

1. Suprafața hidrografului (sau a curbei de durată) limitată de debitul instalat ω.

2. Timpul mediu de utilizare $t\omega$, care geometric reprezintă baza unui dreptunghiu de înălțime Qi, și suprafața ω.

Produsul $\varphi(Qi)$ al acestor două funcții $\omega = f(Qi)$ și $t = f_1(Qi)$ este tot o funcție care prezintă un maximum.

Acestui maximum îi corespunde Qi = optim — din punctul de vedere al utilizării energiei apei.

* * *

După cum se vede de mai sus problema determinării puterii instalate este destul de complicată și rezolvarea ei trebue să se facă ținând seama de toți factorii care o influențează și mai ales de exploatarea uzinelor electrice într'un sistem energetic.

De justa rezolvare a acestei probleme se leagă direct și o justă alegere și dimensionare a uvrajelor ca, priza de apă, aducțiunea, echipament energetic și mecanic, etc.

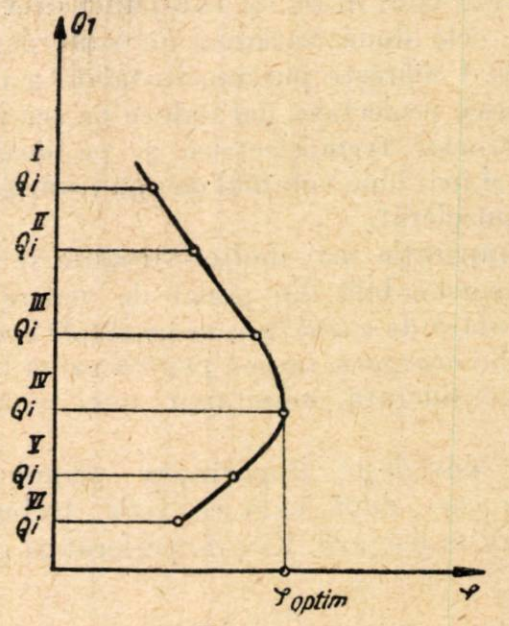


Fig 10.

Deaceea, problema puterii instalate, alături de alte probleme de hidroenergetică trebue să se bucure de o atenție deosebită din partea proiectanților uzinelor hidroelectrice.

ВЫБОР УСТАНОВЛЕННОЙ МОЩНОСТИ Г. Э. С.

Резюме

В статье излагаются Советские методы определения установленной мощности гидроэлектрических станций разных типов.

Для понимания этих методов объясняются необходимые понятия.

Также в статье указывается, что полученная установленная мощность имея ввиду и резервы системы, является только ничтожным пределом по которому нельзя установить мощность станции.

Определяется мощность сельскохозяйственных гидроэлектрических станций.

PROTECȚIA STÂLPILOR METALICI CONTRA EFORTURILOR LONGITUDINALE ACCIDENTALE

de *ing. TRAIAN IONESCU*

Generalități. Pentru cei zece ani următori (1951—1960), Partidul a pus în fața clasei muncitoare și a oamenilor muncii un uriaș și îndrăsneț plan de electrificare. Până în anul 1960, puterea energiei electrice nou instalată va crește cu două milioane kW. Cu două milioane kW mai multă forță vor primi uzinele ce le avem și cele ce le vom construi, mai multă putere vor avea motoarele care produc mașini și bunuri.

Nenumărate și profunde vor fi transformările pe care le va aduce în traiul nostru înfăptuirea Planului de Electrificare.

Producerea de energie electrică mărindu-se foarte mult, au trebuit sporite, într'o largă măsură, toate instalațiile electrice și, în particular, liniile de transport de înaltă tensiune.

Cheltuielile de construcție sunt foarte ridicate. Se știe că, pentru o linie de transport de înaltă tensiune cu s âlpi metalici, suporții reprezintă aproximativ jumătate din costul total al liniei și este logic a se căuta să se facă economii, încercându-se utilizarea unor metode noi de construcție pentru stâlpii liniilor de înaltă tensiune.

Inafară de aceasta, siguranţa exploatării unei linii de înaltă tensiune depinde, în primul rând, de suporţi.

La ruperea de conductori datorită suprasarcinii de ghiaţă, se produc defecte sau chiar ruperi de stâlpi, ceea ce atrage o întrerupere costisitoare a exploatării.

Lucrările de refacere în funcţiune a liniei sunt dificile, de lungă durată şi necesită cheltuieli importante.

Pentru a scăpa de aceste neajunsuri, s'a urmărit limitarea eforturilor care trebue suportate de un stâlp, realizându-se astfel economii la costul liniei şi mărindu-se totodată siguranţa în exploatare.

Stâlp cu traverse oscilante

O depunere de ghiaţă pe conductori, peste cea prevăzută în calcul, poate provoca ruperea de conductori, ceea ce face ca stâlpii să fie supuşi la eforturi suplimentare de încovoiere şi răsucire peste limitele la care au fost calculaţi. Sub acţiunea acestei forţe se poate produce ruperea stâlpului.

Pentru a proteja stâlpul contra acestor eforturi longitudinale, au fost imaginate o serie întreagă de dispozitive, dintre care menţionăm

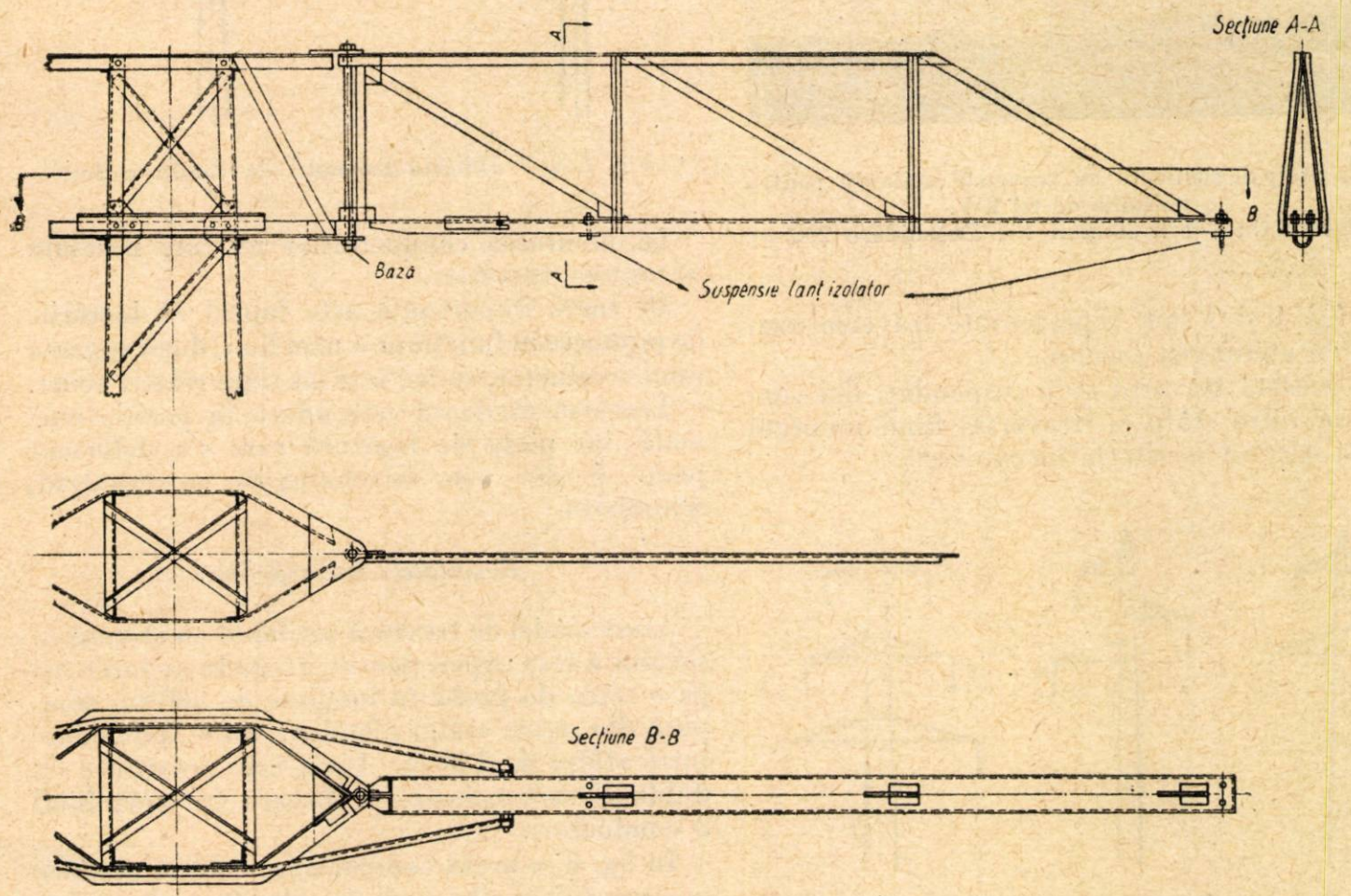
Prin întrebuinţarea acestor traverse oscilante se caută să se atenueze pericolul de torsiune la suporţii de susţinere, atunci când se produce ruperea unui conductor.

După cum se ştie, traversele oscilante legate de stâlp prin articulaţii au drept scop să intervină ca, la ruperea unui conductor, solicitarea să fie astfel coborîtă încât să nu prezinte primejdie pentru stâlpi.

Aceasta se întâmplă atunci când la ruperea unui conductor traversa oscilează în direcţia liniei.

Prin oscilare, săgeata din panoul învecinat deschiderii unde s'a produs ruptura se măreşte şi, în acelaşi timp, tracţiunea în conductor se micşorează.

In utilizarea traverselor oscilante trebue să se mai aibă în vedere că la ruperea unui conductor acţiunea bruscă ce se produce să nu influenţeze conductorii rămaşi, lanţurile de izolatori şi traversele. Aceste desavantaje sunt înlăturate prin traversa oscilantă cu dispozitiv de atenuare a loviturilor de şoc. Aceasta se obţine punând între stâlp şi traversă o piesă intermediară, spre exemplu: o bară care rezistă la încovoiere, un resort sau ceva asemănător.



Ffig. 1. Traversă oscilantă cu atenuarea şocului pentru o tensiune de 60 kW. 3 × 50 mm Cu + 1 × 50 mm Fe. Deschidere 200 m.

traversa simplă care se roteşte. Inafară de costul ridicat, acest dispozitiv mai are neajunsul de a fi prea mobil. S'a ajuns atunci la ideea ca fiecare braţ al traversei să fie el însuşi oscilant pe trunchiul stâlpului, iar posibilitatea de mişcare a traversei să fie, în acelaşi timp, îngrădită.

Piesa intermediară este astfel aleasă încât după ce se depăşeşte încărcarea admisibilă datorită torsiunii suportului să cedeze şi să permită oscilarea traversei legate prin articulaţie cu suportul. In această acţiune, până la atingerea poziţiei de echilibru, piesa intermediară lucrează

ca un amortizor al sistemului, amortizarea fiind pricinuită de travaliul de deformare.

In acest scop au fost desvoltate diferite sisteme de astfel de traverse.

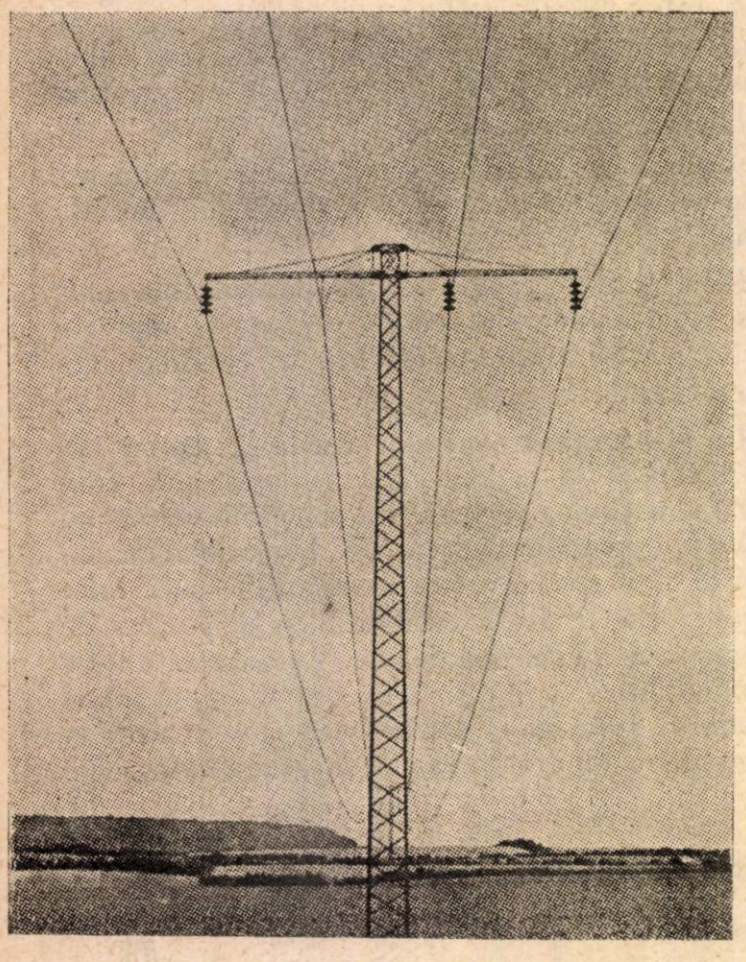


Fig. 2. Stâlp de susținere cu traversă oscilantă pentru o tensiune de 60 kW. 3 × 50 mm Cu + 1 × 50 mm Fe. Deschidere 200 m.

In fig. 1 și 2 sunt reprezentate traverse oscilante cu atenuarea șocului.

De această traversă stau suspendați doi conductori, între stâlp și traversă fiind montată o bară care să reziste la încovoiere.

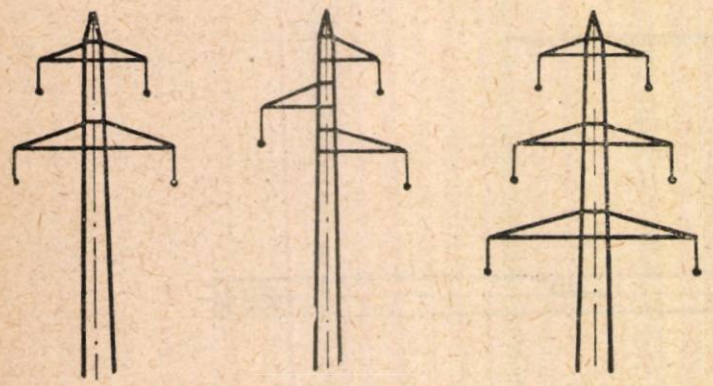


Fig. 3, 4 și 5. Diferite dispoziții ale conductorilor

Acest tip de traversă se poate întrebuința și la alte dispoziții ale conductorilor, cum sunt, de exemplu, cele reprezentate în fig. 3, 4 și 5.

In asemenea cazuri, pe fiecare traversă este montat un singur conductor.

Printr'o dispoziție a conductorilor reprezentați în fig. 6 și 7 lungimea mare a brațului nu mai solicită stâlpul la torsiune în cazul traversei oscilante.

Pentru tipul de traversă oscilantă cu atenuarea loviturilor de șoc nu este nevoie să se prevadă clema cu declanșare.

Prin calitățile speciale ale traversei și simplei ei construcție, greutatea stâlpului se reduce la jumătate. Totodată prezintă și un avantaj pentru siguranța stâlpului în caz de rupere a unui conductor.

In funcționarea normală traversa oscilantă cu atenuarea loviturilor de șoc se comportă ca o traversă rigidă, deoarece oscilația nu poate apare decât la o valoare precisă a tensiunii orizontale.

Presiunea vântului în lungul liniei, diferențele de tensiuni în fir, care pot preveni datorită variațiunilor de temperatură sau depunerii inegale de ghiață pe conductori, nu produc oscilări ale traversei.

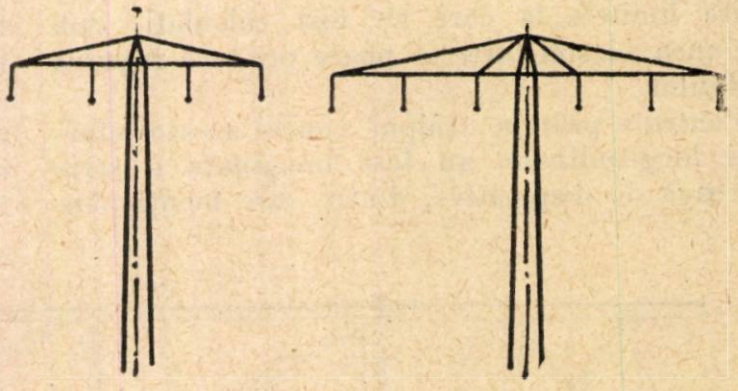


Fig. 6 și 7. Diferite dispoziții ale conductorilor

La montarea conductorilor nu este necesară ancorarea traversei.

De mare importanță este faptul că lucrările de repunere în funcțiune a unei linii, după ruperea unui conductor, se fac într'un timp relativ scurt.

Traversa oscilantă este adusă în poziție normală, iar piesa de legătură care s'a deformat poate fi din nou întrebuințată și, eventual, schimbată.

Rezultatele încercărilor

Acest model de traversă oscilantă cu atenuarea șocului a fost experimentat, făcându-se încercări pe o rețea de probă în lungime de 560 m, compusă din patru stâlpi metalici, cu o deschidere între stâlpi de 140 m. Linia era prevăzută cu dublu circuit trifazic, pe fiecare traversă fiind 3 conductori.

In fig. 8 se arată comportarea care se produce în câteva faze ale oscilației, după ruperea unui conductor.

I. Poziția normală.

II. Inceperea oscilației lanțului de izolatori după ruperea conductorului. Se observă că lanțul de izolatori se curbează.

III. Lanțul de izolatori după o oscilație completă.

Traversa nu este încă răsucită; adică până în acel moment travaliul de frânare a fost suportat

numai de stâlp. Diferența de tensiune produsă de firele nerupte este încă mică.

IV. Arată cum piesa intermediară se încovoaie. Traversa începe să oscileze și firele nerupte produc o reacțiune datorită diferenței de tensiune.

V. Cea mai mare amplitudine a oscilației, care este în același timp poziția de echilibru a traversei.

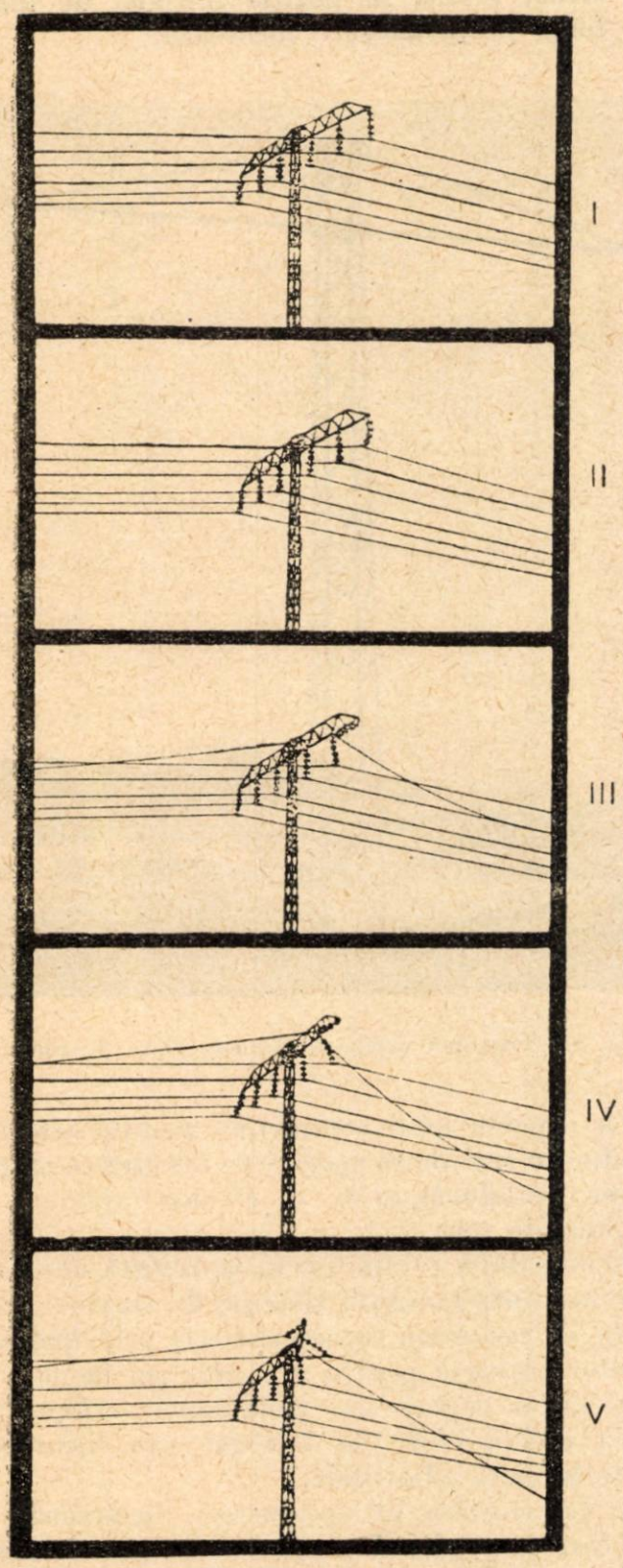


Fig. 8. Diferite momente ale oscilării traversei după ruperea unui conductor

Cele 5 poziții reprezentate în fig. 8, au fost filmate dela aceeași distanță și în același interval de timp, adică din momentul ruperii conductorului până la starea de echilibru.

Caracteristic la aceste încercări a fost că oscilarea traversei s'a făcut lent și continuu, neproducându-se nicio acțiune de șoc.

Aceasta înseamnă că ruperea conductorului, tensiunea din conductor, care acționează asupra traversei și stâlpului, nu a fost în niciun moment mai mare ca în starea de echilibru final.

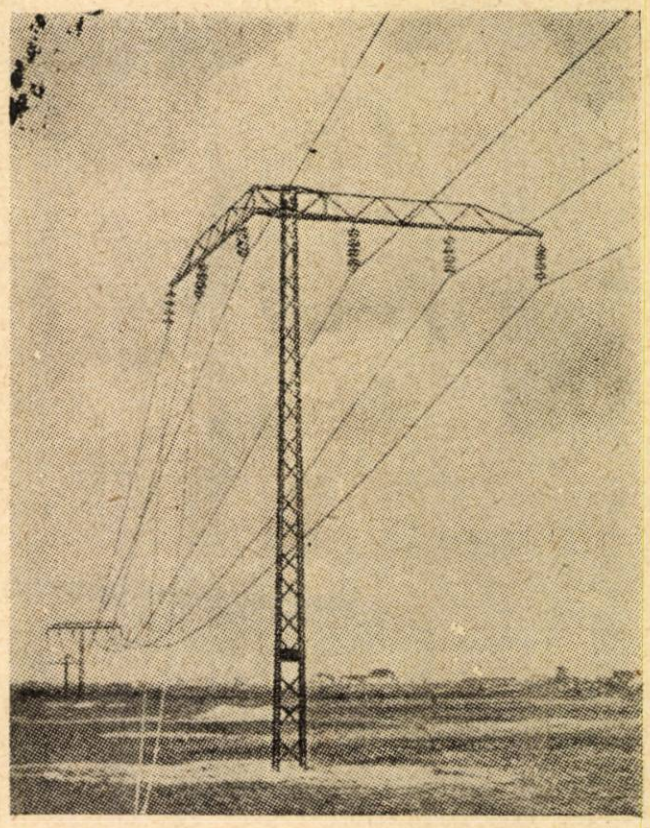


Fig. 9. Deplasarea traversei după ruperea a doi conductori

La conductorii nerupți armăturile, izolatorii, stâlpul și traversa nu au suferit nicio încărcare de șoc după ruperea conductorului.

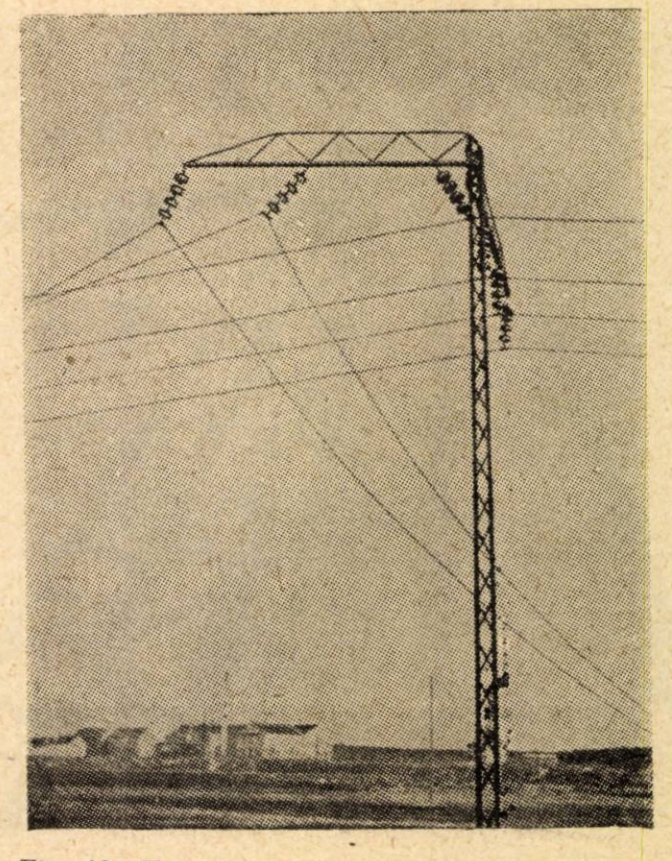


Fig. 10. Traversa stâlpului văzută din lungul liniei

Fig. 9 și 10 arată poziția traversei oscilante la ruperea a doi conductori din același panou.

Traversa s'a răsucit cu un unghi aproape de 90°. La stâlpul învecinat traversa s'a răsucit numai cu un unghi de circa 20°. Fig. 11 arată traversa acestui stâlp.

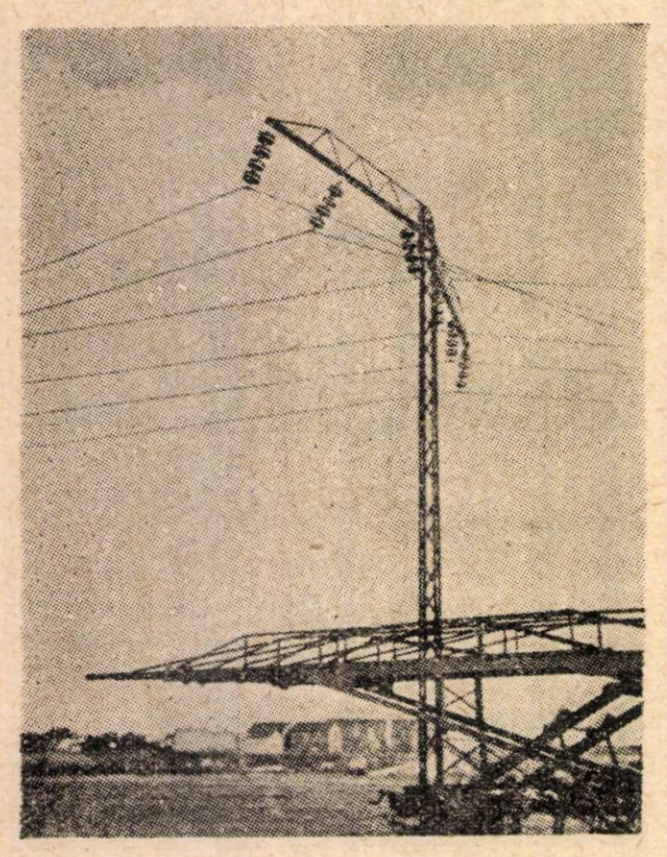


Fig. 11. Deplasarea traversei dela stâlpul vecin după ruperea a doi conductori

In fig. 12 se poate vedea traversa văzută din lungul stâlpului, observându-se rotirea ei, precum și piesa de legătură a sistemului de amortizare care s'a rupt.

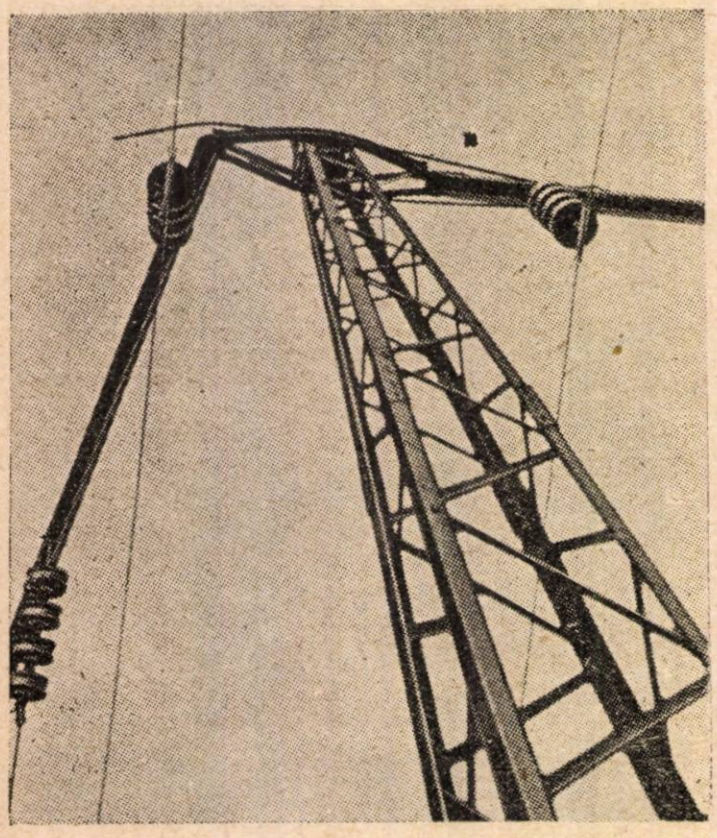


Fig. 12. Traversa rotită văzută din lungul stâlpului

Din experiență reiese că traversa oscilantă cu atenuarea loviturilor de șoc este foarte economică.

Un alt sistem de traversă oscilantă este caracterizat prin poziția oblică a axului de răsucire (fig. 13).

Dacă brațul traversei oscilează sub influența unei tensiuni, dintr'o singură parte, atunci punctele de aplicație ale sarcinii verticale sunt astfel deplasate, încât apare un moment rezistent. Sub influența unei rafale de vânt traversa nu oscilează sau oscilează foarte puțin și, până la urmă, revine în poziția inițială, de îndată ce forța perturbatoare încetează.

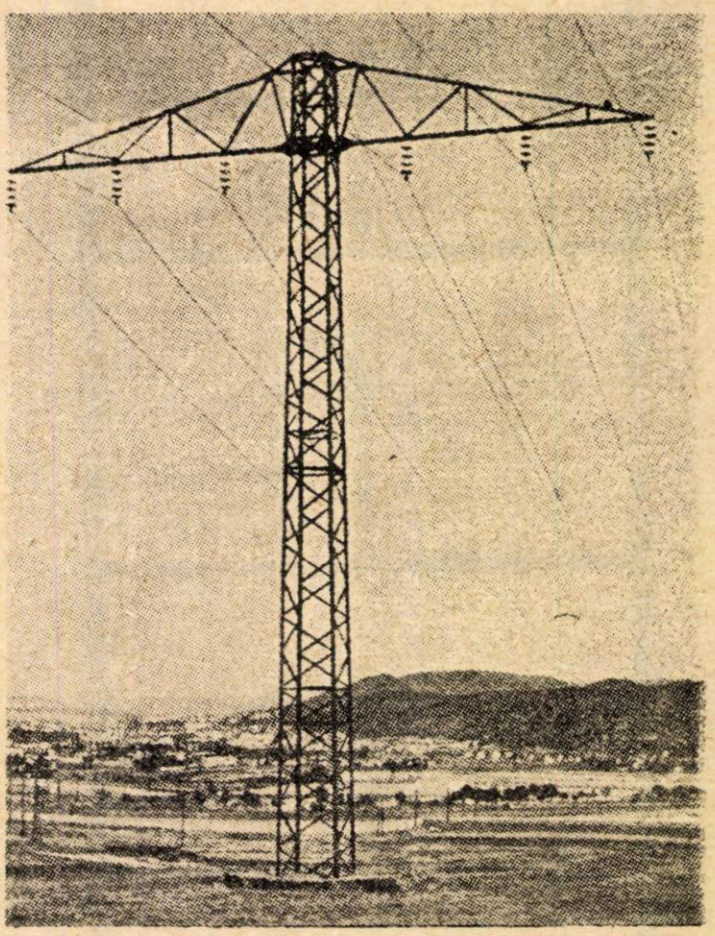


Fig. 13. Traversă oscilantă cu ax oblic de răsucire

La ruperea unui conductor, această traversă produce o rezistență sporită pe măsură ce efortul crește, producându-se o eficace atenuare a acțiunii de șoc.

Acum, după ce am trecut în revistă două din cele mai întrebuințate sisteme de traverse oscilante, să rezumăm caracteristicele principale ale acestor traverse pentru a concretiza ideile:

1. La o rupere de conductori stâlpul nu preia niciun efort de torsiune sau încovoiere peste limitele admisibile.

2. La ruperea de conductori, încărcările de șoc care se produc în mod normal prin folosirea rezistenței la torsiune a stâlpului (traversa rigidă), sunt atenuate prin montarea unei piese intermediare între traversă și stâlp. Conductorii nerupți, izolatorii și armăturile, nu sunt supuși la eforturi de șoc și însuși stâlpul este solicitat foarte puțin la încovoiere.

3. Greutatea mică a suportului și fundații mici, cu cea mai mare siguranță posibilă.

4. Cost mic de instalare și întreținere.

5. Realizare ieftină; construcție simplă.

6. Traversa cedează când forţa orizontală are o valoare precisă.

Diferenţa de tensiune în conductori, datorită diferenţelor de temperatură, suprasarcina de ghiaţă, cât şi acţionarea vântului în lungul liniei, etc., nu produc răsucirea traverselor.

7. Montaj uşor. Nu este nevoie de ancorarea traverselor la întinderea conductorilor.

8. O rapidă repunere în funcţiune.

Legături deformabile între consolă şi stâlp

Pericolul ruperii stâlpului la o suprasarcină de ghiaţă s'a căutat să fie înlăturat şi prin alte dispozitive, cum ar fi aşa numitele pene de siguranţă, dar practica le-a scos imediat din funcţiune.

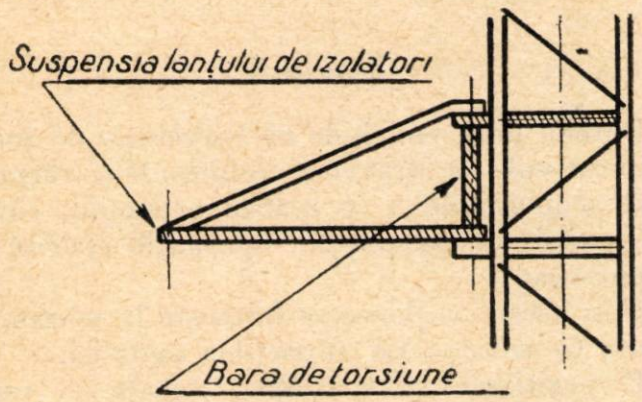


Fig. 14. Schema unei traverse cu bară de torsiune

Un nou sistem de protecţie a stâlpilor contra eforturilor longitudinale accidentale este obţinut prin întrebuinţarea unei legături deformabile între consolă şi rostul stâlpului, legătură formată prin trei plăci, care asigură o mare rigiditate în stare normală, dar se deformează îndată ce apare un efort accidental.

Dispozitivul se compune dintr'un sistem de

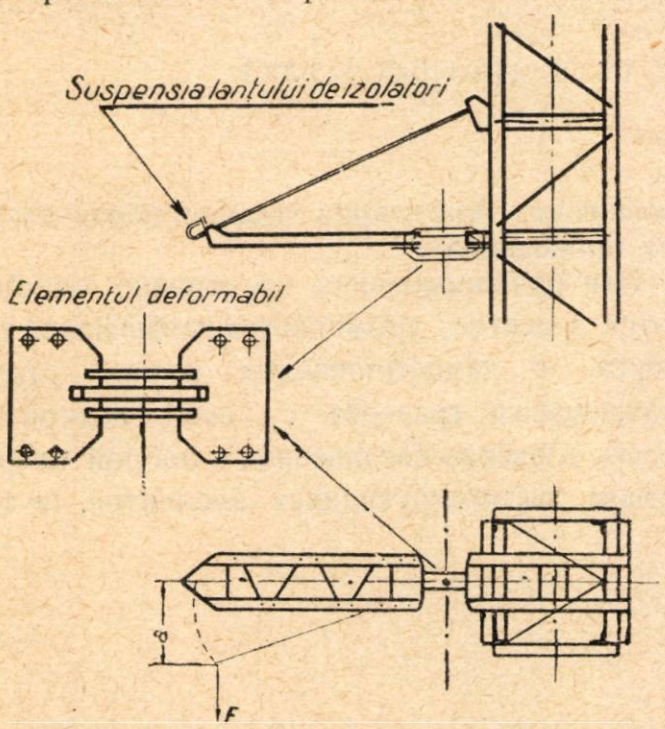


Fig. 15. Traversă legată de stâlp printr'un element deformabil

bare ce preiau efortul de torsiune sau dintr'un sistem de plăci. In fig. 14 se poate vedea traversa pentru un tip clasic de stâlp şi 3 braţe, iar în fig. 15 se poate vedea sistemul de legătură dintre traversă şi corpul stâlpului, realizată prin trei plăci.

Prin acest dispozitiv efortul dinamic pus în joc la ruperea conductorului este absorbit de o

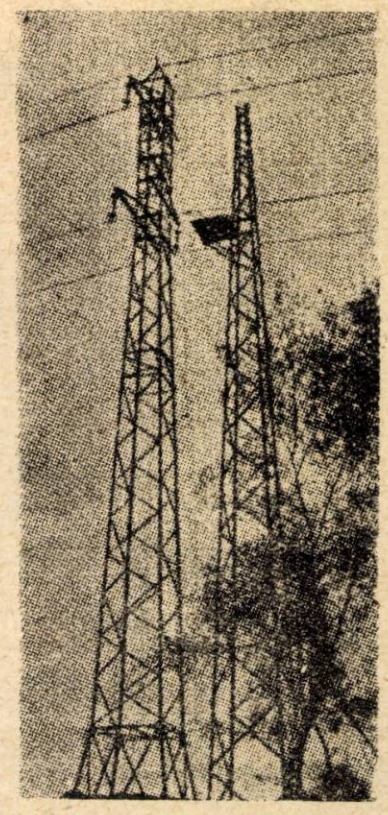


Fig. 16. Dispozitivul de încercare

manieră continuă, rotirea traversei făcându-se fără oscilare şi terminându-se fără şoc.

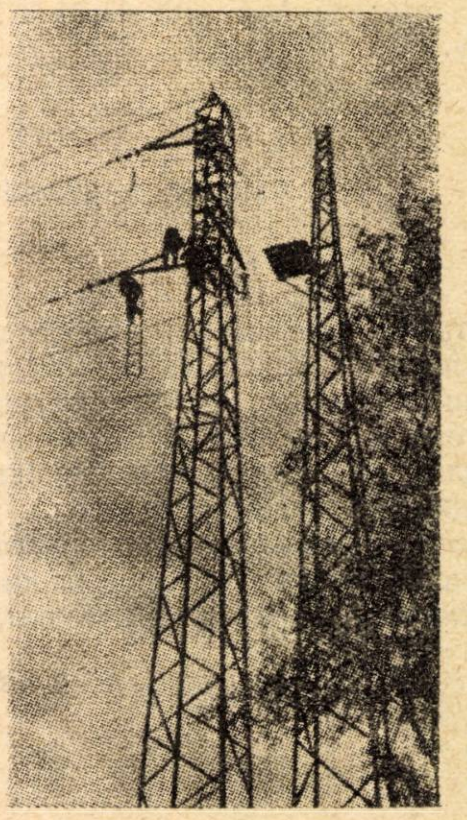


Fig. 17. Stâlp prevăzut cu console deformabile după ruperea a doi conductori şi a firului de pământ.

Acest dispozitiv (bara de torsiune sau plăcile) este astfel dimensionat, încât deformarea este direct proporţională cu efortul. Sub un anumit

efort, care nu este periculos pentru trunchiul stâlpului, dispozitivul nu suportă nicio deformare. In măsura în care efortul crește produce și deformarea dispozitivului.

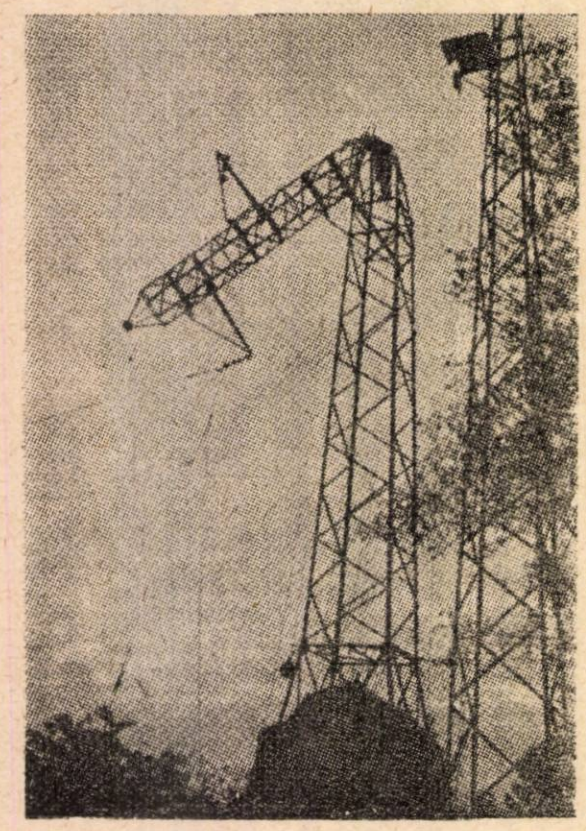


Fig. 18. Stâlp prevăzut cu console rigide după ruperea a doi conductori și a firului de pământ

Pentru motive de simplitate întrebuințarea plăcilor este mai frecventă decât a barelor de torsiune.

La începutul rotației consolei nu intervine decât propria inerție a sistemului. Ansamblul este rigid în situația normală și asigură în toate cazurile o siguranță completă.

In fig. 16, 17 și 18 se pot vedea rezultatele încercărilor efectuate pe o rețea de probă cu console deformabile.

In fig. 16 se poate vedea dispozitivul de încercare.

In fig. 17 stàlpul prevăzut cu console deformabile după ruperea a doi conductori și ruperea firului de pământ, nu a suferit nicio deteriorare.

In fig. 18 stàlpul, prevăzut cu console rigide, s'a rupt după ruperea a doi conductori și a firului de pământ.

Concluzii

Putem, deci, conchide că traversele de șoc și dispozitivul cu traverse deformabile răspund atât scopului de a se realiza economii, cât și aceluia de a se obține siguranță sporită în exploatare.

Prin aceste mijloace se folosește la maximum oțelul în construcția suporților metalici.

Dispozitivele sunt simple, ușoare și puțin costisitoare, putând fi întrebuințate la orice dispoziție a conductorilor, fie că e vorba de un conductor pe fiecare braț al traversei, fie că avem conductori dispuși în același plan.

Intreținerea se face ușor, deoarece numai eforturile periculoase pentru stâlpi sunt sesizate grație rigidității inițiale a traverselor.

Repunerea în funcțiune după ruperea de conductori se face în minimum de timp.

ЗАЩИТА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОР ОТ ПРОДОЛЬНЫХ УСИЛИЙ

Резюме

В статье указывается что металические опоры являются главными строительным элементами воздушных линий электропередачи.

Поэтому разрабатывались различные способы для повышения экономичности и эксплоатационной надежности опор.

В этом направлении был разработан целый ряд приспособлений, которые защищают металические опоры от дополнительных усилий возникщих благодария ледяным образованиям на проводниках.

Эти приспособления пространно описываются в статье; упоминается качающаяся траверса, с демпфированием резких ударов, качающаяся траверса с косой поворотной осью, траверса соединенная с опорой посредством деформирующихся элементов, и т. д.

CALCULUL SCĂPĂRILOR IN CRESTĂTURĂ LA BOBINAJELE ÎN DOUĂ STRATURI CU PAS SCURTAT

de ing. ANGHEL VASILESCU

Pentru reducerea la minim a pierderilor în fier la mașinile electrice, cât și pentru realizarea unui mers cât mai lin, este necesar ca forma curbei de tensiune să fie cât mai aproape de sinusoidă.

Obținerea acestei sinusoide se realizează la motoare prin întrebuințarea unui bobinaj corespunzător, iar la generatoare se mai adaugă o formă specială a piesei polare.

Un număr cât mai mare de crestături pe pol și fază, contribue la apropierea de sinusoidă. La mașinile de turație mică și deci cu poli mulți, folosirea unui număr mare de crestături pe pol și fază nu mai este posibilă, rămânând deci ca singură soluție utilizarea unui bobinaj corespunzător acestui scop.

Printr'o analiză teoretică se poate arăta că prin utilizarea bobinajului în două straturi cu pas scurtat, se pot reduce la minim amplitudinile armonicelor superioare, ceea ce echivalează cu obținerea unei curbe de tensiune foarte aproape de sinusoidă.

Din acest motiv bobinajul în două straturi cu pas scurtat, a început să devină din ce în ce mai întrebuințat. La început a fost întrebuințat numai la generatoare, iar în timpul din urmă se utilizează și la motoare.

In general calculul scăpărilor în crestătură se efectuează luând la bază un bobinaj diametral, iar rezultatul obținut se înmulțește cu un factor de corecție.

Ne propunem în prezentul studiu să indicăm o metodă directă de calcul, bazată pe analiza teoretică a fenomenului și a compara rezultatele obținute prin metoda propusă, cu cele obținute prin utilizarea factorului de corecție.

In acest scop vom începe cu analiza teoretică a fenomenului.

In mașinile electrice, mașini ce folosesc fenomenul de inducție, se obțin rezultatele dorite prin înlănțuirea cât mai desăvârșită a câmpului magnetic emanat din bobinajul inductor cu bobinajul indus. Nu însă toate liniile magnetice ale câmpului inductor, reușesc să înlănțuiască spirele bobinajului indus. Cum orice linie magnetică trebue să se închidă, se întâmplă că ele se închid în jurul spirelor dela care emană și deci nu mai iau parte la fenomenul util de inducție.

Liniile magnetice ce cad în această categorie le numim scăpări.

Inchizându-se în jurul bobinelor dela care ele emană, ele formează selfinducția acestora.

In consecință se pune problema să calculăm coeficientul de selfinducție al bobinajelor unei mașini electrice.

Coeficientul de selfinducție al unui circuit este definit prin relația:

$$W = \frac{1}{2} \cdot L \cdot J^2, \qquad (1)$$

unde

W = energia înmagazinată în sistem, în W/s.;
J = intensitatea în amperi;
L = coeficientul de selfinducție în

$$\frac{\text{W/s}}{\text{A}^2} = \frac{\text{V/s}}{\text{A}} = \text{Henry}$$

Din formula (1) putem defini selfinducția ca fiind dublul energiei înmagazinată de sistem la trecerea curentului de 1 amper, sau

$$\varnothing = L \cdot J,$$

de unde rezultă:

$$W = \frac{1}{2} \cdot \varnothing \cdot J.$$

Dacă avem un sistem alcătuit din două bobine și în fiecare bobină circulă intensitățile J_1 și J_2, fluxul fiecărei bobine va fi dat de expresia:

$$\begin{aligned} \varnothing_1 &= L_1 \cdot J_1 + M \cdot J_2, \\ \varnothing_2 &= L_2 \cdot J_2 + M \cdot J_1, \end{aligned} \qquad (2)$$

iar energia înmagazinată în acest sistem va fi dată de expresia:

$$W = \frac{1}{2} \cdot (J_1 \cdot \varnothing_1 + J_2 \cdot \varnothing_2). \qquad (3)$$

Inlocuind în expresia (3) valorile lui $\varnothing_1$ și $\varnothing_2$ din expresia (2) obținem:

$$W = \frac{1}{2} \cdot (J_1 \cdot L_1 \cdot J_1 + J_1 \cdot M \cdot J_2 + J_2 \cdot L_2 \cdot J_2 +$$

$$+ J_2 \cdot M \cdot J_1) = \frac{1}{2} \cdot (L_1 \cdot J_1^2 + 2 \cdot M \cdot J_1 \cdot J_2 + \qquad (3')$$

$$+ J_2^2 \cdot L_2).$$

Făcând pe $J_1 = 1$ și $J_2 = 1$, expresia din paranteză devine:
$L_1 + 2 \cdot M + L_2$ care se definește ca selfinducția totală a sistemului.

Dacă notăm cu s_1 și s_2 numărul de spire al fiecărei bobine avem:

$$L_1 = s_1^2 \cdot \Lambda_1 \ , \ L_2 = s_2^2 \cdot \Lambda_2 \text{ și } M = s_1 \cdot s_2 \cdot \Lambda_{12} \qquad (4)$$

unde Λ este conductibilitatea magnetică definită prin expresia:

$$\Lambda = \frac{\varnothing}{s \cdot J}. \qquad (5)$$

La bobinajele în două straturi cu pas scurtat întâlnim în anumite crestături curenți diferți în cele două straturi, pe când celelalte crestături au același curent și anume curentul aceleiași faze în ambele straturi.

In calculele practice interesează însă stabilirea unei formule, care să permită calcularea rezistenței inductive a unei faze în funcție de numărul de poli $2p$, numărul de crestături pe pol și fază q, numărul de spire al unei faze și valoarea numerică a expresiei:

$$L_1 + 2 \cdot M + L_2, \tag{6}$$

L_1 fiind în cazul nostru coeficientul de selfinducție al stratului superior, L_2 coeficientul de selfinducție al stratului inferior, iar M coeficientul de inducție mutuală între cele două straturi.

Pentru calculul selfinducției totale pornim dela formula energiei

$$W = \int_0^{\Phi} J \cdot d\varnothing. \tag{7}$$

unde $\varnothing = s \cdot \varphi$; φ fiind fluxul unei singure spire.

Deci $\varphi = B \cdot q$, unde q este secțiunea iar B inducția obținută pe suprafața spirei.

Știind că $\int H \cdot dl = s \cdot J$ și introducând în expresia (7) valorile lui $s.J$ și aceea a lui $\varnothing$ obținem:

$$W = \int_0^{\Phi} J \cdot d\varnothing = \int_0^{B} \Phi H \cdot dl \cdot q \cdot dB = \int_0^{B}\int_{\tau} H \cdot dB \cdot d\tau,$$

de unde rezultă că:

$$\frac{dW}{d\tau} = \int_0^{B} H \cdot dB$$

și punând

$$H = \frac{B}{\mathfrak{S}}$$

se obține:

$$\frac{dW}{d\tau} = \frac{1}{\mathfrak{S}} \cdot H \cdot B \cdot dB = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\mathfrak{S}} \cdot B^2,$$

unde:

$\mathfrak{S} = \mu\, 0{,}4\,\pi \cdot 10^{-8}$ Henry/cm ($\mu = 1$ pentru aer)

sau

$$\frac{dW}{d\tau} = \frac{1}{2} \cdot H \cdot B,$$

iar

$$W = \frac{1}{2}\int_T H \cdot B \cdot d\tau = \frac{1}{2} \cdot \int_T \mathfrak{S} \cdot H^2 \cdot d\tau. \tag{8}$$

Din expresia (4) deducem:

$$\frac{L_1}{s_1^2} = \Lambda_1,$$

iar conform definiției obținute din formula (1)

$$L = \frac{2 \cdot W}{J^2},$$

deci:

$$= \frac{L_1}{s_1^2} = \frac{2 \cdot W}{s_1^2 \cdot J^2} = \frac{1}{s_1^2 \cdot J_1^2}\int \mathfrak{S} \cdot H^2 \cdot d\tau, \tag{8'}$$

notând cu:

$$H' = \frac{H}{s \cdot J}$$

vom avea:

$$\Lambda_1 = \int_T \mathfrak{S} \cdot H'^2 \cdot d\tau \tag{8'}$$

In cazul inducției mutuale expresia energiei înmagazinate are forma:

$$W_{12} = \frac{1}{2} \cdot M \cdot J_1 \cdot J_2 = \frac{1}{2} \cdot \int H_1 \cdot B_2 \cdot d\tau, \tag{8''}$$

astfel că conductibilitatea magnetică mutuală este dată de expresia:

$$\Lambda_{12} = \Lambda_{21} = \frac{1}{s_1 \cdot J_1 \cdot s_2 \cdot J_2}\int_T \mathfrak{S} \cdot H_1 \cdot H_2 \cdot d\tau. \tag{9}$$

Inlocuind pe $\frac{H_1}{s_1 \cdot J_1}$ prin H_1' și pe $\frac{H_2}{s_2 \cdot J_2}$ prin H_2' și ținând seamă că atât H_1 și H_2 și deci implicit H_1' și H_2' sunt vectori, pentru obținerea valorii numerice a lui $\Lambda_{12} = \Lambda_{21}$, expresia (9) va trebui să capete forma:

$$\Lambda_{12} = \Lambda_{21} = \int_T H_1' \cdot H_2' \cdot \mathfrak{S} \cos(H_1 H_2)\, d\tau. \tag{9'}$$

In fiecare crestătură intensitățile câmpului magnetic H_1 și H_2 sunt produse de către curenți alternativi de forma:

$i_1 = 2 \cdot I_{ef} \cdot \sin \omega t$ și $i_2 = 2 \cdot I_{ef} \cdot \sin(\omega t + \gamma)$.

In consecință valoarea medie a energiei înmagazinate va fi dată de expresia:

$$W_{12} = \frac{1}{2} \cdot M \cdot \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} i_1 \cdot i_2 \cdot d\omega t =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot M \cdot J_{1\,ef} \cdot J_{2\,ef} \cdot \cos\gamma.$$

Prin urmare:

$$\Lambda_{21} = \Lambda_{12} = \int_T \mathfrak{S}\, H_1' \cdot H_2' \cdot \cos(H_1 H_2) \cdot \cos\gamma \cdot d\tau. \tag{10}$$

Să adaptăm acum expresiile (8') și (10) pentru cazul practic al mașinilor electrice.

Să considerăm în acest scop, un bobinaj în 2 straturi la care o latură a bobinei se află în stratul superior și pe care o vom afecta cu indicele s și cealaltă latură a bobinei se află în fundul crestăturei și pe care o vom afecta cu indicele f.

Coeficientul de selfinducție L_c al unei crestături va fi deci conform celor stabilite prin expresiile (4) și (6):

$$L_c = L_1 + 2M + L_2 = s_s^2 \Lambda_s + 2 \cdot s_s \cdot s_f \Lambda_m + s_f^2 \cdot \Lambda_f, \tag{11}$$

însă $s_s = s_f = s$; deci fiecare strat va avea acelaş număr de spire, sau cu alte cuvinte fiecare crestătură va trebui să aibă un număr par de conductori.

Valorile lui Λ_s, Λ_f şi Λ_m se obţin prin efectuarea integrării expresiilor (8′) şi (10).

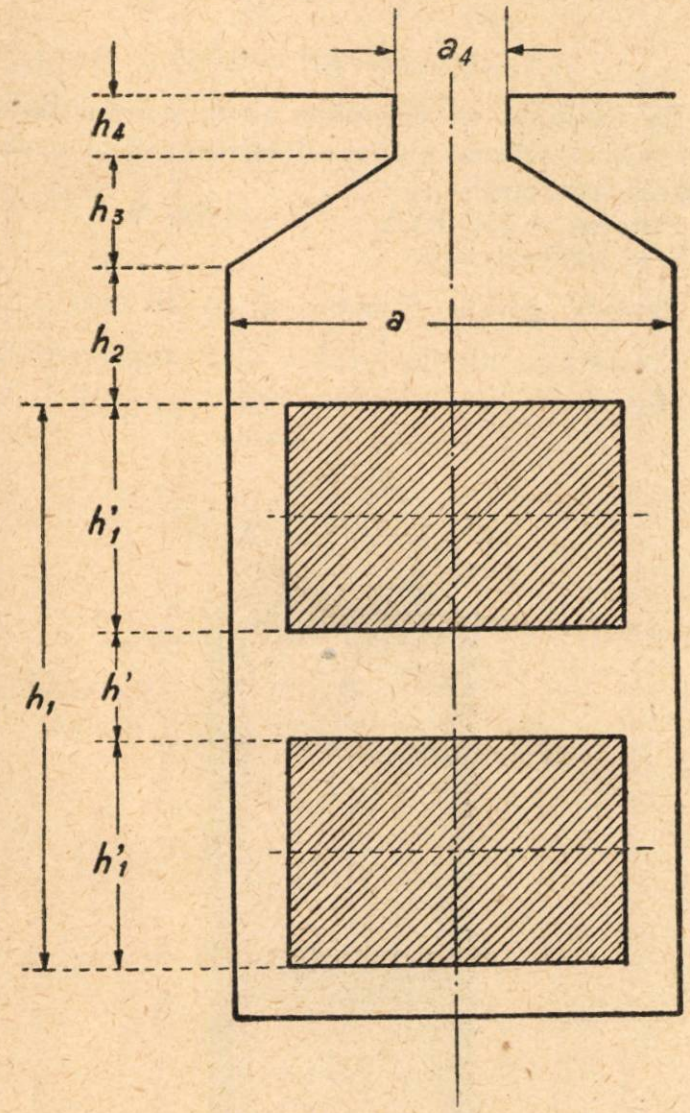


Fig 1.

Pentru crestătura reprezentată de fig. 1 valoarea acestor integrale este redată în cele ce urmează:

$$\Lambda_s = \mathfrak{S} \cdot l_i \cdot \left(\frac{h_1'}{3 \cdot a} + \frac{h_2}{a} + \frac{h_3}{a_3} + \frac{h_4}{a_4} \right), \qquad (12)$$

$$\Lambda_f = \mathfrak{S} \cdot l_i \cdot \left(\frac{4 \cdot h_1'}{3 \cdot a} + \frac{h' + h_2}{a} + \frac{h_3}{a_3} + \frac{h_4}{a_4} \right), \qquad (13)$$

$$\Lambda_m = \mathfrak{S} \cdot l_i \cdot \left(\frac{h_1'}{2 \cdot a} + \frac{h_2}{a} + \frac{h_3}{a_3} + \frac{h_4}{a_4} \right) \cdot g \qquad (15)$$

unde

$$a_3 = \frac{a + a_4}{2,3}$$

l_i = lungimea ideală a statorului

$$g = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{k=n} \cos \cdot \gamma.$$

Pentru simplificare vom nota cu λ_s, λ_f şi λ_m expresiile cuprinse în parantezele ecuaţiilor (12), (13) şi (14).

Pentru bobinajul unei faze coeficientul de self-inducţie va fi:

$$L_s = 2 \cdot p \cdot q \cdot L_c, \qquad (15)$$

iar numărul de spire care contribue la inducerea tensiunii unei faze este dat de expresia:

$$w = 2 \cdot p \cdot q \cdot s. \qquad (16)$$

Rezistenţa inductivă a unei faze fiind:

$$X = L_s \cdot \omega = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_s, \qquad (17)$$

rezultă că dacă introducem în (17) valorile date de ecuaţiile (15), (11) şi (16) obţinem:

$$X = 2.p.q.\mathfrak{S}.l_i(\lambda s + \lambda f + 2.g.\lambda m) \frac{w^2}{4.p^2.q^2} .2.\pi.f \qquad (17')$$

sau:

$$X = 4.\pi.f.0,4.\pi 10^{-8}.l_i \left(\frac{\lambda s + \lambda f + 2.g.\lambda m}{4} \right). \frac{w^2}{p.q} \text{ Ohmi.}$$

Efectuând calculele numerice şi sistematizând aşezarea coeficienţilor numerici precum şi înlocuind expresia din paranteza ecuaţiei (17′) prin λ_c' se obţine:

$$X = 0,158 \cdot \frac{f}{100} \left(\frac{w}{100} \right)^2 \cdot \frac{l_i}{p} \cdot \frac{\lambda_c'}{q} \text{ Ohmi.} \qquad (17'')$$

Problema ce se pune acum este determinarea practică a lui g, adică aflarea mediei însumării

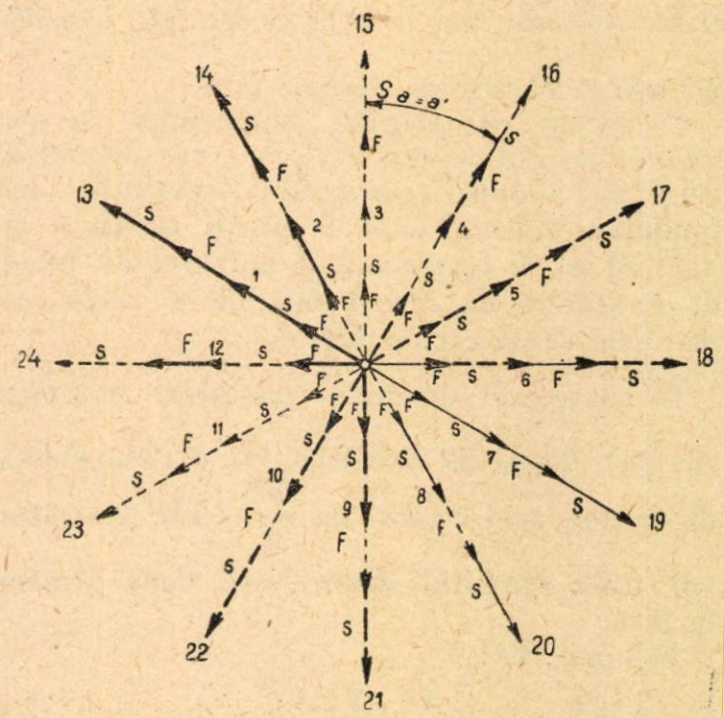


Fig 2.

valorilor cosinusului de decalaj dintre curentul stratului superior şi cel al stratului dela fundul crestăturii.

Prin urmare este necesar să analizăm situaţia din fiecare crestătură. Această analiză o facem servindu-ne de «diagrama vectorială a crestăturilor».

Vom reprezenta deci printr'un vector valoarea şi poziţia fiecărei forţe electromotrice indusă în conductorii crestăturilor. Fig. 2 reprezintă o astfel de diagramă pentru un bobinaj de 4 poli şi 24 crestături.

Se constată după această diagramă că tensiunile dintre conductorii crestăturilor învecinate sunt decalate cu unghiul

$$\alpha = \frac{p}{N} \cdot 360^0,$$

unde N reprezintă numărul de crestături al maşinii.

Dacă p şi N nu au niciun divizor comun, atunci va trebui să se parcurgă de N-1 ori unghiul α, pentru a sosi la punctul de plecare.

In acest caz diagrama crestăturilor va consta din N vectori radiali care sunt decalaţi unul de altul cu unghiul:

$$\alpha' = \frac{360^0}{N}.$$

Dacă N şi p au pe t ca cel mai mare divizor comun, atunci după parcurgerea a $\frac{t}{N} - 1$ raze vectoare se ajunge la punctul de plecare, aşa că diagrama va consta din $\frac{N}{t}$ vectori decalaţi unul faţă de altul cu unghiul

$$\alpha' = \frac{t}{N} \cdot 360^0$$

şi fiecăruia din cei $\frac{N}{t}$ vectori decalaţi, i se mai adaugă t vectori de aceeaşi fază.

Diagrama crestăturilor bobinajului cu pas scurtat se obţine din acela cu pas diametral, când toţi vectorii reprezentând straturile dela fundul crestăturei sunt deplasaţi cu de k ori unghiul α'. k reprezentând numărul de pasuri de crestătură cu care bobinajul în cauză este mai mic decât cel diametral.

In consecinţă dintre $\frac{N}{3}$ crestături (crestăturile unei faze), $2kt$ crestături vor avea un unghiu de decalaj egal cu $k\alpha'$ iar $\frac{N}{3} - 2kt$ crestături vor avea curentul dintre cele două straturi în fază.

In acest caz:

$$g = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{k=n} \cos \gamma_k = \frac{N}{3} \cdot \left(\frac{N}{3} - 2kt + 2kt \cdot \cos \cdot k\alpha'\right) =$$

$$= \frac{3}{N}\left(\frac{N}{3} - 2kt\ (1 - \cos \cdot k\alpha')\right). \qquad (18)$$

Deci

$$g = 1 - \frac{6}{N} \cdot kt\,(1 - \cos \cdot k\alpha').$$

Prin întrebuinţarea acestei formule se obţine foarte rapid şi în acelaş timp foarte precis valoarea lui

$$\lambda_c' = \frac{\lambda s + \lambda f + 2 \cdot g \cdot \lambda m}{4}.$$

care introdusă în formula (17″) ne dă posibilitatea să calculăm rezistenţa inductivă a unei faze.

Aplicând formula (18) în cazul exemplului din fig. 2 obţinem:

$$g = 1 - \frac{6}{24} \cdot 2\left(1 - \cos \frac{2}{24} \cdot 360\right) =$$

$$= 1 - 0{,}5 \cdot \cos \cdot 30^0 = 0{,}567.$$

Ca exemplu să calculăm acum conductibiitatea în crestătură a unui alternator având următoarele caracteristice:

Puterea $= 350$ kVA $\quad E = 1000$ V

$n = 1000$ rot/min

$2p = 6 \quad q = 5 \quad N = 90 \quad D = 720$ mm

Crestătura alternatorului este reprezentată în fig. 3.

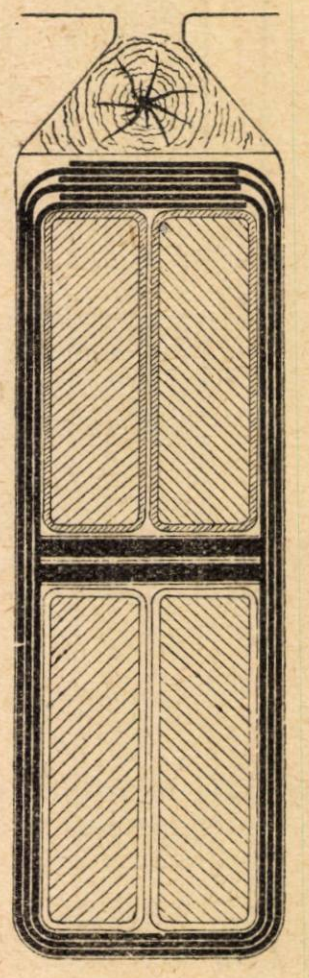


Fig. 3.

Dimensiunile crestăturii cu notaţiile indicate în fig. 1 sunt:

$h_1' = 15 \quad h' = 2 \quad h_2 = 2{,}3 \quad h_3 = 5 \quad h_4 = 1$

$a_4 = 3 \quad a = 12{,}5 \quad a_3 = \frac{a + a_4}{2{,}3} = 6{,}65,$

prin urmare:

$$\lambda_s = \frac{15}{3 \cdot 12{,}5} + \frac{2{,}3}{12{,}5} + \frac{5}{6{,}65} + \frac{1}{12{,}5} = 1{,}414$$

$$\lambda_f = \frac{4.15}{3 \cdot 12{,}5} + \frac{4{,}3}{12{,}5} + \frac{5}{6{,}65} + \frac{1}{12{,}5} = 2{,}748$$

$$\lambda_m = \frac{15}{2 \cdot 12{,}5} + \frac{2{,}3}{12{,}5} + \frac{5}{6{,}65} + \frac{1}{12{,}5} = 1{,}614$$

Introducând acum valorile lui N, $2p$, k (în cazul de faţă $k = 3$ prescurtarea făcându-se dela 15 la 12 crestături), în formula (18) obţinem:

$$g = 1 - \frac{6}{90} \cdot 3 \cdot 3 \left(1 - \cos 3 \frac{3}{90} \cdot 360\right) =$$

$$= 1 - 0{,}6\,(1 - \cos 36) = 0{,}885.$$

Deci:

$$\lambda_c' = \frac{1{,}414 + 2.748 + 2.0.885.1.614}{4} = \frac{7.012}{4} = 1{,}76.$$

Să calculăm acum aceeaş crestătură cu ajutorul coeficienţilor de corecţie.

Valoarea lui λ_c pentru un bobinaj diametral având la bază aceeaş crestătură dela fig. 3 cu folosirea notaţiilor din fig. 1, este dată de expresia:

$$\lambda_c = \frac{h_1}{3a} + \frac{h_2}{a} + 2{,}3 \frac{h_3}{a - a_4} \cdot \log \frac{a}{a_4} + \frac{h_4}{a_4}$$

$$h_1 = 32$$

$$= \frac{32}{3.12{,}5} + \frac{2{,}3}{12{,}5} + 2{,}3 \cdot \frac{5}{12{,}5 - 3} \cdot \log \frac{12{,}5}{3} +$$

$$+ \frac{1}{12{,}5} = 1{,}864.$$

Acest rezultat mai trebue înmulţit cu factorul de corecţie k_n, condiţionat în următorul domeniu:

$$1 \geqslant \frac{s}{\tau_p} \geqslant \frac{2}{3}$$

$$\frac{2}{3} \geqslant \frac{s}{\tau_p} \geqslant \frac{1}{3},$$

unde s = lărgimea bobinei, iar τ_p = pasul polar.

In cazul maşinii noastre

$$\frac{s}{\tau_p} = \frac{12}{15} = 0{,}8.$$

aşa că pentru acest domeniu se aplică formula:

$$k_n = 1{,}22 \frac{s}{\tau_p} - 0{,}016 = 1{,}22.0{,}8 - 0{,}016 =$$

$$= 0{,}975 - 0{,}016 = 0{,}959.$$

Prin această metodă se obţine:

$\lambda_c' = 0{,}959 \,.\, 1{,}864 = 1{,}78$ faţă de 1,76 obţinut prin metoda directă propusă de noi.

Metoda propusă de noi are avantajul că se analizează în timpul calculului fenomenul fizic, avându-se prin aceasta un control permanent în ceeace priveşte aplicarea justă a formulelor, ceeace nu este cazul metodei coeficienţilor de corecţie, care face uz de formule empirice.

РАСЧЕТ РАССЕЯНИЯ В ПАЗЕ ДВУХСЛОЙНЫХ КАТУШЕК С УКОРОЧЕННЫМ ШАГОМ

Резюме

Двухслойные катушки с укороченным шагом все больше и больше входят в употребление. Их индуктивное сопротивление ниже сопротивления катушек с диаметральным шагом, поэтому расчет этих катушек производится на основании диаметральных катушек, путем умножения итога на поправочный коэфициент. Если при индуктивности части проводки, находящейся в пазе, применение этого метода дает положительные результаты, то при индуктивности конца катушки, получается совершенно обратное явление. Методы, применяемые для расчета подобной индуктивности дают лишь приблизительные результаты и поэтому автор статьи рассматривает это явление с физической стороны, подробно останавливается на практических формулах, требующихся для этого расчета, и устанавливает, в соответствии с результатом исследования катушки, выражение процесса который является решающим в отношении определения цыфровой величины индуктивности катушки.

STANDARDE DE STAT

CU DATA DE INTRARE ÎN VIGOARE LA 1 APRILIE 1951

STAS Nr.	DENUMIREA
1929—50	MASE CERAMICE IZOLANTE PENTRU ELECTROTEHNICĂ. Incercări fizico-mecanice şi chimice.
1340—50	Dulii de filet pentru lămpi electrice. CALIBRE. Forme şi dimensiuni.
1341—50	Socluri cu filet pentru lămpi electrice. CALIBRE. Forme şi dimensiuni.
1399—50	Maşini electrice rotative. GLISIERE 450 PÂNĂ LA 1285 mm. LUNGIME. Dimensiuni şi calitate.
1427—50	DIATOMIT. MATERIE PRIMĂ PENTRU PRODUSE DE IZOLAŢII TERMICE.
1563—50	Siguranţe unipolare cu mâner până la 500 V. INTENSITĂŢI ŞI DISTANŢE INTRE AXE.

R E C E N Z I I

Discuţii în problema alegerii tipului raţional de instalaţii de distribuţie. Electriceskie Stanţii, Nr. 1 (1950) pag. 41

In numerele 9/948 şi 2/1949 din această revistă s'au publicat o serie de articole despre tipuri raţionale de instalaţii de distribuţie de interior, pentru 6—10 kV, în scopul de a trage prin discuţii în această chestiune, concluzii dacă şi care construcţie urmează să fie propusă ca tip standard. In numărul amintit se publică o serie de 11 întâmpinări, semnate de organele competente dela diverse mari exploatări, precum şi dela organizaţiile de proectare şi de conducere. Deşi se desprinde din ele în general concluzia, că alegerea tipului potrivit depinde în primul rând de condiţiile specifice, astfel că nu este indicat de a impune anumite execuţii, se pare totuşi că tipul « Dvoskin » (cu 3 etaje) este cel mai indicat pentru staţii de peste 50 MW, tipul cu două etaje pentru 25—50 MW, iar sub 25 MW cu un singur etaj (Parterul fiind socotit ca un etaj). Contribuţiile diverşilor autori, în cari se repetă înşirarea avantajelor şi desavantajelor tipurilor propuse, sunt departe de a epuiza această problemă. Se pare că va mai fi nevoe de încă o conferinţă generală, consacrată numai acestor probleme, pentru a limpezi părerile asupra celor mai indicate dispoziţii, condiţii de exploatare, de vizibilitate, dacă sunt sau nu indicate ferestre, asupra felului pereţilor despărţitori, etc.

MALHASIAN I. V: *Determinarea suporţilor de transpoziţii la linii prin indicatoare de defecte* Electricéskié Stanţii 1950 Nr. 1, pag. 54

Metoda propusă de a folosi indicatoare de defecte în linii de transport, pentru a stabili locul în care se face transpoziţia fazelor, este utilă pentru a determina rapid, pe jos, stâlpii de transpoziţie, cât şi cunoscând exact locul acestora, pentru a verifica exactitatea etalonării indicatoarelor de defecte.

Raza indicatoare a aparatului deviază la schimbarea de poziţie a unei faze, înregistrând schimbările corespunzătoare ale capacităţii mişcându-se la o mărire a capacităţii în sensul în care se indică în mod normal un scurt-circult, iar la o micşorare a capacităţii, în sensul în care se indică în mod normal o rupere de fază.

Metoda a fost încercată practic la o linie de 110 kV, 150 Km, cu 12 stâlpi de transpoziţie.

Din tabela care arată atât distanţele liniilor căutate, stabilite după indicaţiile aparatului, cât şi după datele traseului, rezultă o concordanţă satisfăcătoare pentru scopurile considerate.

Cercetarea transmisiunii de căldură în maşinile electrice. Electricestvo Nr. 2/950.

Formulele şi curbele folosite în practică pentru stabilirea coeficienţilor de transmisie a căldurii în maşini electrice —problemă de cea mai mare importanţă pentru construcţia de maşini economice şi sigure — sunt bazate pe unele presupuneri, cari nu sunt întotdeauna realizate.

Sunt deci necesare cercetări experimentale ţinând seama de condiţiile aerodinamice din mediul de răcire. Se consideră în articolul menţionat o astfel de metodă experimentală pentru determinarea transmisiei termice în părţile frontale de bobinaj la generatoare sincrone.

Utilajul folosit cuprinde un canal aerodinamic, un anemometru electric (format dintr'un cuplu termoelectric, răcit de curentul de aer cercetat şi măsurând astfel, prin întensitatea indicată de un galvanometru, viteza aerului).

S'au atabilit astfel pe machete de înfăşurări coeficienţii de transmisie în diverse condiţiuni şi pentru diverse materiale.

Altă serie de încercări s'au făcut pe înfăşurări normale făcând parte dintr'un generator experimental anume amenajat, stabilind coeficienţii de transmisie pentru diverse regimuri de lucru.

Analiza rezultatelor obţinute duce la stabilirea de noui formule empirice pentru determinarea coeficienţilor de transmisie şi arată în ce măsură intervin fenomenele de turbulenţă.

ARHANGELSKII B. I. *Expresia analitică a curbei de magnetizare la maşini electrice.* Electricestvo Nr. 3/1950/, pag 32

Expresia analitică cât mai exactă a curbei de magnetizare sau a caracteristicii de mers în gol $F = f(i)$ — este utilă pentru rezolvarea unor probleme în legătură cu fenomene tranzitorii în maşini electrice, în special privind stabilitatea regimului la maşini electrice lucrând într'un ansamblu, care cuprinde şi linii de transport. In acest scop expresia analitică trebue să reprezinte cât mai exact atât variaţia $E=f(i)$ cât şi derivata ei $\frac{dE}{di} = f(i)$. Se analizează, în ce măsură numeroasele formule propuse până acum satisfac acestor condiţii, împărţind cele 12 ecuaţii empirice mai răspândite în 3 categorii, după felul în care acestea mai dau rezultate exacte în cazurile extreme, pentru $\frac{dE}{di} = \infty$ şi $i = o$.

Din tabloul sinoptic al acestor expresii şi a valorilor deduse din ele, precum şi din reprezentarea lor grafică. rezultă că forma $E = A \operatorname{arc\,tg} B.i$, dă rezultatele cele mai bune (A şi B fiind două constante, pentru a căror determinare se indică o metodă simplă, folosind diverse valori pentru i şi E, ridicate experimental).

Ministerul Agriculturii U.R.S.S. (*Secţia de Electrificare*): *Protecţia populaţiei rurale contra accidentelor provocate de supratensiunile atmosferice introduse în locuinţe prin intermediul reţelelor aeriene de tensiune până la 1000 V.* (Electricestvo X 1950).

Problema protecţiei populaţiei împotriva accidentelor provocate de supratensiunile atmosferice nefiind îndeajuns de studiată, Secţia de electrificare a Consiliului Tehnic din Ministerul Agriculturii URSS publică lucrarea citată. Ea are o deosebită însemnătate practică pentru reţelele rurale, pentru cele aeriene de joasă tensiune din coloniile muncitoreşti, ale centrelor raionale de tensiunea sub 1000 V şi alimentate fie prin intermediul transformatorilor de coborîre, fie direct dela microcentralele electrice locale.

Lucrarea pe care o recenzăm desvoltă şi completează « Regulile de construcţie a instalaţiilor electrice: instalaţiunile electrice rurale », corespunzătoare îndrumărilor din « Instrucţiunile privind protecţia instalaţiilor electrice rurale împotriva supratensiunilor atmosferice » şi a celor din «Instrucţiunile pentru protejarea elementelor de electrificare rurală — Glavselectro ».

Se arată că pentru a proteja populaţia de supratensiunile atmosferice periculoase, în reţelele aeriene, trebue făcute puneri la pământ pe stâlpii de branşamente spre consumatori. Rezistenţa acestor puneri la pământ trebue să ţină seamă de rezistivitatea solului şi anume să nu treacă de 30 Ohmi pentru solurile de turbă (rezistenţa 20 Ohmi), de cernoziom (50 Ohmi)., de lut (100 Ohmi) iar pentru terenuri de rezistivitate mai mare cum sunt nisipul, petrişiul, stâncile, a căror rezistenţă este de 300 Ohmi, rezistenţa punerii la pământ poate atinge 50—60 Ohmi.

Punerile la pământ sunt obligatorii pentru fiecare din stâlpii de branşament la clădiri aglomerate: şcoli, creşe, spitale, cluburi, reşedinţe ale sovietelor săteşti cât şi stâlpii terminali cu branşamente, de asemeni pentru fermele zootehnice. Pentru alte cazuri se poate folosi o singură punere la pământ pentru mai mulţi stâlpi cu branşamente (200 m în linie dreaptă).

Se poate înlocui prin puneri la pământ directe pe branşamentul consumatorilor, în care caz priza de pământ şi conductorul ei trebue aşezate la o distanţă de cel puţin 5 m de intrarea în clădire, pentru a feri populaţia de pericolul tensiunilor de pas.

Aplicare nu se face mecanic: în regiunea fără supratensiuni atmosferice, organizaţia de protecţie şi cercetare împreună cu un reprezentant al Consiliului Energetic Rural, pot dispensa de aceste măsuri pe baza experienţei exploatării reţelei respective precum şi a celor de înaltă tensiune, a studierii avariilor provocate de supratensiuni atmosferice în liniile electrice de 100—200 km., în decurs de minimum 5 ani.

Pentru reţelele deosebit de vulnerabile faţă de supratensiunile atmosferice, măsurile de protecţie trebue amplificate prin mărirea numărului punerilor la pământ, aceasta făcându-se numai în linii şi nu la consumatori.

După ce se dau indicaţiuni cu privire la metodele de convectare în diferitele cazuri de branşamente, se dau pentru orientare şi materialele: benzi de oţel, sârmă de oţel, tuburi şi bare cu dimensiunile respective: precum şi distanţele de aşezare, adâncimea în sol, etc.

Lucrarea are şi caracterul de instrucţiuni pentru a da putinţă chiar tehnicienilor medii executarea ei, acolo unde se prezintă cazul.

SUSKIN N. G., P. V. ZAITEV şi alţii *Microscop electronic de mici dimensiuni* Electricestvo, Nr 12 (1949)

Descrierea unui nou tip de microscop electronic, cu condensare electromagnetică a fascicolului de elctroni. Aparatul realizat de Ministerul Industriei Electrotehnice din U.R.S.S. şi destinat pentru utilizări în biologie, metalografie, metalo-ceramică, chimie, etc. se deosebeşte prin dimensiuni deosebit de reduse. Lucrează cu o tensiune anodică de 35—50 kV, cu un curent anotic de 20—40 μ A şi dă măriri directe de 1000... 16.000 ori, afară de măriri fotografice ulterioare.

Descrierea elementelor aparatului (coloana propriu zisă — exclusivă pentru trecerea şi scoaterea obiectelor din vid — sursa de electroni lentile de condensare dispozitivul de centrare — sistemul de alimentare — camera fotografică) arată numeroase perfecţionări faţă de construcţiile uzuale. Sunt în special de relevat dispozitivele pentru ridicarea securităţii de deservire atât faţă de înalta tensiune cât şi faţă de eventuale radiaţii dăunătoare.

Inlocuirea catodei (din sârmă de Wo) se poate face foarte repede (max. 5') Camera fotografică, adaptabilă la partea superioară a aparatului foloseşte fie plăci (4,5 × 6 cm.) fie filme (2,4 × 36 cm).

H.A. PANCRATOV, B.P. GOFMAN şi M. M. FELDMAN: *Prelucrarea electromecanică a bilelor pentru palierele oscilante.* « Promâşlennaia Energhetica » (Energetica industrială) Nr.10 / 1950 / pag. 10

In uzinele de Stat pentru fabricarea rulmenţilor din U.R.S.S. a fost introdusă metoda electromecanică pentru prelucrarea bilelor, ceeace a permis să se excludă din procesul tehnologic o serie de operaţiuni, iar prelucrarea să se facă într'un timp de trei ori mai mic.

Principiul metodei de prelucrare electromecanică a bilelor constă în următoarele: Bila care se prelucrează, se mişcă între două discuri electrozi, dintre care unul fix şi altul turnant sau ambele turnante şi cari sunt izolate unul de altul. Prin discuri se trece un curent alternativ cu frecvenţă normală, cu tensiunea până la 25. V. Astfel în punctele de atingere ale pieselor prelucrate cu discurile, se crează însemnate densităţi ale curentului. Datorită deplasării relative a pieselor şi a discurilor, în punctele de atingere apare un mare număr de micro-arcuri, cari înmoaie suprafaţa pieselor prelucrate în aşa grad, încât discul care se invârteşte cu o viteză mare, aruncă particulele muiate ale metalului, tangent la disc în direcţia forţelor centrifuge, cari se desvoltă. Prin schimbarea corespunzătoare a tensiunii şi schimbarea vitezei de învârtire a discurilor se ajunge la diferite viteze de scoatere a metalului de pe piesele ce se prelucrează şi la o precizie diferită a prelucrării.

Răcirea pieselor şi a discurilor, se face cu apă industrială obişnuită, care în acelaşi timp spală părticelele de metal aruncat. Drept piese principale ale maşinei pentru prelucrare electromecanică apar discul superior fix şi discul inferior turnant.

Tensiunea se aplică la plăcile discului, dela un transformator trifazic obişnuit, care se întrebuinţează pentru cuptoarele electrice. Intensitatea curentului în circuit ajunge la 1200—1500 A. Discul inferior are o suprafaţă plană şi este mişcat de un motor electric cu viteză de 500-600 t/minut. Construcţia discului superior, permite să se facă exploatarea maşinei fără oprire pentru efectuarea schimbului şi rectificării.

Maşina este universală, cu ea putându-se prelucra bile de orice dimensiuni.

La prelucrarea bilelor sub tensiune de 0,5 V, suprafaţa bilei se obţine aproape lustruită, depresiunile şi asperităţile lipsesc, scoaterea metalului pe minut, oscilează între 0,01 — 0,03 mm.

Prelucrarea electromecanică a bilelor introdusă actualmente în trei mari uzini sovietice reduce timpii de lucru, consumul discurilor de şlefuit şi a pietrelor de polizor şi face o economie mare de energie electrică.

In adevăr consumul de energie electrică la efectuarea prelucrării electromecanice, reprezintă 100 în loc de 445 kW/ore cari se consumau mai înainte pentru operaţiunile de prelucrare a 3000 buc (130 kg) ceeace face ca economia anuală de energie la o uzină principală de rulmenţi să reprezinte peste 2 milioane de kW/ore.

REVISTA REVISTELOR

ELECTRICESTOV
(Electricitate)

Nr. 10, Octombrie 1950

S u m a r

Articol de fond: Măreţele construcţii ale comunismului.
Cecet Iu. C.: Micromotor universal.
Aronov R. L.: Incălzirea electromotoarelor la funcţionare repetată de scurtă durată.
Rubţov P. A.: Despre tipul şi puterea electromotoarelor pentru tramsmisia separatoarelor de lapte.
Maevskii D. A.: Diagrama generalizată de funcţionare a comenzii ionice.
Teirov E. M.: Suflarea arcului electric printr'o vână de aer comprimat.
Kutarkin E. S.: Note asupra calculului curentului preliminar de deplasare în deschideri mari de străpungere.
Sişman O. V.: Lovituri de trăsnet şi protecţia reţelelor rurale de joasă tensiune.
Indicaţiuni călăuzitoare temporare asupra protecţiei populaţiei rurale în contra supratensiunilor atmosferice, introduse în case prin reţelele aeriene, cu tensiunea până la 1.000 V.
Galonen Iu. M.: Piese de contact rezistente la uzură pentru troleele tramvaielor.
Donskoi A. V.: Reglarea automată a puterii în instalaţiile de înaltă frecvenţă pentru încălzit prin pierderi dielectrice.
Ulianovskii N. A.: Despre mijloacele de comunicaţii în reţelele rurale de distribuţie de I. T.
Bogoslavskii A. S.: Metoda grafică de analiză şi calcul a amplidinelor feromagnetice.
Inozemţev S. P.: Instalaţii detectoare în faze cu calculul lor
Iurie A. G.: Calculul de aproximaţie a principalelor funcţiuni în stabilizatoarele de tensiune ferorezonante.
Sokolov A. A.: Amplidine de c. c. cu relee,
Babat G. I.: Transformările energiei electromagnetice.

Din istoria electrotehnicii

Poletaeva E. S.: Experienţele lui *I. V.* Miciurin în privinţa utilizării electricităţii.

Prin paginile revistelor tehnice

DISCUŢII

Regulele montării instalaţiilor electrotehnice

La articolul lui Kalantarov şi L. P. Neuman « Definiţiile noţiunilor care se referă la domeniul fenomenelor electromagnetice. ».

Cronica

In secţia *Vnitoe* din Azerbaidjan.

Discuţii asupra seriei de broşuri « In ajutorul electricianului rural ».

Bibliografie

Bogorodiţkii N. P.: Cartea lui N. G. Drozdov « Electricitatea statică în industrie »

Kugima K. G.: Cartea lui I. Ia. Râşcovskii « Substaţii de tracţiune ».

Ganelin A. M.: Serie de broşuri « In ajutorul electricianului rural ».

Cărţi noi din domeniul electricităţii, electrotehnicii şi energeticii.

Nomograma pentru determinarea rezistenţei unu metru de lungime a conductorului de cupru la temperatura variabilă.

ENERGHETICESKII BIULETIN

(*Buletin Energetic*)

Nr. 5/1950

S u m a r

Riazanţev F. V.: Inlocuirea cilindrilor de lucru a motoarelor firmei Clark Bross.

Melvinskii I. E.: Folosirea formelor permanente pentru umplerea bucşelor din bronz de plumb.

Vorobkalo N. I.: Suporţi siguri şi economici de beton armat.

Kurocikin N. N.: Noul sistem de aducţie a combustibilului de pornire.

Mejhunov A. A.: Formele pentru determinarea puterii electromotoarelor de ridicat pentru foraj.

Kuziatin G. S.: Despre coeficientul de recalculare a combustibilului natural în cel convenţional pentru combustibilii tip, arşi în întreprinderile industriei petrolifere.

Koriavţev N. N., Kalghina G. V.: La problema arderii gazului în focarele cazanelor.

Malcov A. G.: Transformator universal de sarcină.

DIN ACTIVITATEA A.S.T.

Din rapoartele de activitate ale Filialelor, se constată că tehnicienii membri A.S.T., caută să adâncească tot mai mult problemele legate de realizarea planului de electrificare, aducând contribuţii practice în soluţionarea lor.

Astfel Filiala Botoşani, sub îndrumarea Regionalei P.M.R. şi a Comitetului Executiv al Sfatului Popular, a întrunit în şedinţa plenară dela 29 Decembrie 1950, 65 de tehnicieni şi ingineri de toate categoriile care au prezentat o serie de sugestii în legătură cu electrificarea şi valorificarea resurselor locale. Cu această ocazie s'a relevat că în regiune există multe dinamuri vechi, care pot fi reacţionate şi folosite pentru electrificare.

In această şedinţă s'au discutat şi posibilităţile de a se face cercetări pentru descoperirea zăcămintelor de turbă în regiunile Cerbu, Capălău, etc., precum şi de exploatarea reţională a turbei dela Dersca — pentru a fi valorificată prin microcentrale locale.

Pentru a se trece la realizări efective, s'au înfiinţat două comisiuni, una pentru problema electrificării şi alta pentru cercetarea resurselor locale, care au primit sarcina ca până la 20 Ianuarie 1951 să depună rapoarte concrete asupra posibilităţilor de aplicare a propunerilor făcute în şedinţa plenară.

Semnalând această orientare a activităţii filialei Botoşani, recomandăm tuturor Filialelor care nu au adâncit încă problemele în legătură cu planul de electrificare, să ia iniţiativa pentru a aduce contribuţii precise şi efective, legate de specificul local.

Filiala Constanţa a iniţiat şi realizat un schimb de experienţe pentru soluţionarea unor probleme tehnice de interes local. Schimbul a avut loc la Uzina electrică a Regionalei P C A. Constanţa, între muncitorii fruntaşi dela P.C.A., Cooperativa Energia, Atelierele C.F.R. Palas şi Şantierul Naval Constanţa. Ca rezultat se relevă că s'a reuşit a se turna şi îmbucşa cămaşa defectă la unul din motoarele tip marin în 2 timpi, dela Uzina Regională P.C.A. Constanţa.

O activitate demnă de semnalat au desfăşurat de asemenea Filiala şi Comitetul de Electricitate Bucureşti, în legătură cu planul de electrificare. S'au ţinut numai în cursul lunei Decembrie, 11 conferinţe de popularizare a planului de electrificare în cercurile: Ministerul Industriei Alimentare, Fabrica de zahăr Chitila, Radio, 18 Instalaţii, Dinamo, I.R.E.B., Electromontaj, Vestitorul, I.S.P.E., Energoconstrucţia şi Cercul V Chimie. Tehnicienii Cercului I.R.E.B şi I.C E.R. au dat articole pentru presă în legătură cu electrificarea precum şi materialul pentru volumul « Electrificarea », în curs de tipărire.

E R A T Ă

In Nr. 1 al revistei noastre a apărut din eroare la pag. 24 în loc de « călirea superficială », « călirea superioară ».

I 1427

ELECTRICITATEA

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE

KÖZPONTI TECHNOLOGIAI KÖNYVTÁR

3

EDITURA TEHNICĂ
1951

SUMAR

Pag.

Academicianul Serghei Ivanovici Vavilov, de acad. prof. *Eugen Bădărău* 3

Aspecte tehnice ale fenomenelor reactive şi deformante, de prof. *C. Budeanu* . . 6

Sistemul ungar « Kando » pentru electrificarea căilor ferate, de ing. *N. Condacse* . . 12

Consideraţiuni asupra stabilităţii interconexiunii uzinelor şi reţelelor, de ing. *Eugeniu Pavel* 17

Calculul practic al încălzirii şi ventilaţiei unui motor asincron, de ing. *N. Docea* . 28

DIN EXPERIENŢA UNIUNII SOVIETICE

Protecţia sistemelor energetice contra supratensiunilor atmosferice (prelucrare) de ing. *M. Popa* 35

Progrese în producerea materialelor magnetice (prelucare), de ing. *C. Popa* . . . 37

RECENZII 39

DIN ACTIVITATEA A.S.T. . . 40

СОДЕРЖАНИЕ

Стр

Академик Сергей Иванович Вавилов, акад. проф. Еужен Бэдэрэу 3

Техническая сторона реактивных и искажающих процессов, проф. К. Будяну . 6

Венгерская схема „КАНДО“ для электрификации железных дорог, инж. Н. Кондаксе 12

Об устойчивости кольцевания сетей и станций, инж. Еужен Павел 17

Практический расчет нагрева и вентиляции асинхронного двигателя, инж. Н. Дочя 28

ИЗ ОПЫТА СОЮЗА ССР

Защита энергетических систем от атмосферных перенапряжений (переработка), инж. М. Попа 35

Прогрессы в производстве магнитных материалов (переработка), инж. К. Попа 37

РЕЦЕНЗИИ 39

ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ А. С. Т. . . 40

ANUL II
Nr. 3

ELECTRICITATEA

MARTIE
1951

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE

Apare lunar sub îngrijirea unui comitet de redacție

Redacția București * Str. Thomas Masaryk Nr. 17 * Telefon 1.26.15

KÖZPONTI TECHNOLÓGIAI KÖNYVTÁR

APELUL
CONSILIULUI MONDIAL AL PĂCII
CU PRIVIRE
LA ÎNCHEIEREA UNUI PACT AL PĂCII

Răspunzând năzuințelor milioanelor de oameni din întreaga lume oricare ar fi părerea lor asupra cauzelor care dau naștere primejdiei unui război mondial;

In numele întăririi păcii și asigurării securității internaționale;

Cerem încheierea unui Pact al Păcii între cele cinci mari puteri — Statele Unite ale Americii, Uniunea Sovietică, Republica Populară Chineză, Marea Britanie și Franța.

Vom considera refuzul guvernului oricăreia dintre marile puteri de a se întruni în scopul încheierii unui Pact al Păcii drept o dovadă a intențiilor agresive ale acestui guvern.

Chemăm toate țările iubitoare de pace să sprijine cererea cu privire la încheierea acestui Pact al Păcii deschis tuturor statelor.

Punem semnăturile noastre pe acest Apel și chemăm pe toți oamenii de bună credință și toate organizațiile care se străduiesc să întărească pacea, să-l semneze.

Apelul este semnat de: Președintele Consiliului Mondial al Păcii — **Frederic Joliot-Curie** (Franța), vicepreședinții: **Pietro Nenni** (Italia), **Gabriel D'Arboussier** (Africa Neagră), **Bernal** (Marea Britanie), **Alexandr Fadeev** (U.R.S.S.), **Leopold Infeld** (R. Polonă), **Kuo Mo Jo** (R. P. Chineză).

Membrii Biroului: **Ilya Ehrenburg** (U.R.S.S.), **Yves Farge** (Franța), **Jan Mukarovski** (R. Cehoslovacă), d-na **Jessie Street** (Australia), secretarul general **Jean Laffitte** (Franța).

Secretari: **Palamede Borsari** (Brazilia), pastorul **Darr** (Statele Unite), **Gilbert de Chambrun** (Franța), **Emi Hsiao** (R. P. Chineză), **Giorgio Fenoaltea** (Italia), **Guliaev** (U.R.S.S.), **Ivor Montagu** (Marea Britanie).

Austria: profesor **Joseph Dobretsberger, Ernst Fischer**; Algeria: **Abderhaman Bouchama**; Marea Britanie: **James Crowther, Alexander Reid, Malcolm Nixon, Hewlett Johnson, Steve Lawther**; Belgia: **Max Cosyns**; R. P. Bulgaria: **Ludmil Stoianov, Metodi Popov**, dr. **Gheorghi Nadjacov**; Brazilia: **Jorge Amado**; R. P. Ungară: d-na **Erzsébet Andics, Iános Péter, György Lukács**; Germania: **Johannes Becher, Erwin Eckert, Heinrich Fink**, d-na **Edith Hoereth-Menge**, d-na **Anna Seghers, Johannes Herz**, d-na **Helene Weigel-Brecht**, dr. **Arnold Zweig**; Grecia: **Petros Kokkalis**; Danemarca: **Martin Andersen Nexö**; Egipt: **Ahmed Saad Kamel**; India: Dr. **Mohanlal Attal**; Indonezia: **Tjoa Sik Jen**; Iran: **Eskandary**; Spania: **Manuel Sanchez Arcas**; Italia: **Umberto Terracini**, d-na **Ada Alessandrini, Achille Lordi, Salvatore Quasimodo, Mario Palermo, Leonida Repaci, Fernando Santi, Tullio Vecchietti**, contele **Paolo Sella di Montelucco**; Canada: prof. **James Endicott**; R. P. Chineză: **Tsai Tin Kai, U Yao Țun, Pen Țai Min** (reprezentând pe **Cian Po Ciun**, membru în Consiliul Mondial al Păcii); **Cen Tin Min** (reprezentând pe **Liao Cen Țî**, membru în Consiliul Mondial al Păcii), d-na **Liu Țui** (reprezentând pe **Li De Ciuan**, membru în Consiliul Mondial al Păcii); **Li Yi Men** (reprezentând pe **Liu Nin Yi**, membru în Consiliul Mondial al Păcii); **Li Dhun Cin** (reprezentând pe **Ma Yin Ciu**, membru în Consiliul Mondial al Păcii); **Țui Yueh Li** (reprezentând pe **U Lan Fu**, membru în Consiliul Mondial al Păcii); Liban: **Antoine Tabet**; R. P. Mongolă: **Damdin Surun**; Noua Zeelandă: **Chandler**;

R. Polonă: **Ostap Dluski, Jan Dembowski, Leon Kruczkowski, Jerzy Putrament**; Republica Populară Română: **Mihail Sadoveanu**, d-na **Florica Mezincescu**; Siria: **Said Tahsim** și **Mustafa Amin**; U.R.S.S.: **A. E. Korneiciuk, W. L. Wasilievska, Z. N. Gagarina, A. I. Oparin, L. N. Soloviov, V. I. Kocemasov, Nikolai,** mitropolit de Krutița și Kolomna; Tunisia: **Mohamed Djerad**; Uruguay: **Jose Luis Massera**; Finlanda: **Välnö Meltti**; Franța: **Justin Godard, Jean Boulier**, d-na **Françoise Leclercq, Laurent Casanova, Guy de Boisson, Jacques Mitterand, Robert Chambeiron, Fernand Vigne**, d-na **Cassin, Jean-Pierre May, Marcel Alleman**; Ceylon: **Peter Keuneman**; Africa Neagră: **Sekou Toure, Saar Ibrahim**; R. Cehoslovacă: **Anezka Hodinova-Spurna, Alexei Horak, V. Boucek** Iugoslavia: **Pero Popivoda**; Uniunea Sud Africană: **Desmond Buckle.**

Urmează semnăturile participanților la sesiune invitați de Consiliul Mondial al Păcii:

Marea Britanie: **Duncan Jones, J. J. Smith**; Belgia: d-na **Isabelle Blum, Emile Cavenaille**; Birmania: **Ko Tun Szen**; Vietnam: **Nguen van Huong**; Germania Occidentală: **Helmuth Hansmann, Petra Hansmann, Herbert Jentzen, Helmuth von Muecke**, dr. **Reinau**, d-na **Christa Thomas**, pastorul **Oberhof**, d-na **Oberhof, Juergen Bartum, Klaus Hansen, Günther Vosperau, Günther Weiss, Heinz Weissenberg, Krueger**; Republica Democrată Germană: **Maximilian Scheer, Georg Becker, Herbert Schäffer, Fritz Scholz, Heinz Willmann**; Olanda: **Simon Schoen, Joris Ivens**; Grecia: d-na **Melpo Axioti**; Danemarca: **Edvard Heiberg**, d-na **Johanna Andersen-Nexö**; Israel: d-na **Ruth Lubitsch** (reprezentând pe **Tevfik Tubi**, membru în Consiliul Mondial al Păcii); Indonezia: d-na **Hilde Felgen**; Spania: **Vicente Urribe**, d-na **Falcon**; Italia: **Giuliano Pajetta, Gabriele de Rosa**; R. P. Chineză: **Mei Ju Ao, Ci Ciao**; R. P. D. Coreeană: **He Den Suk, Li Don Gon**; Cuba: d-na **Casimira Nila Ortega**; Liban: d-na **Victoria El Helou**; Norvegia: **Henrik Finne**; R. Polonă: **Jan Czuj**, d-na **Stanislawa Pisarek**; Tailanda: **Tularaks, Prassert, Suposonthorn**; Finlanda: d-na **Cristina Porkkala**; Franța: **Gérard de Bernis, Jacques Denis, Marie Claude Vaillant Couturier, Max Stern**; R. P. R.: **Sorin Toma**; R. Cehoslovacă: **Joseph Hromadka**; Elveția: **Frantz Keller**; Suedia: d-na **Eva Palmer**; Japonia: **Kazuo Kawamura.**

REZOLUȚIA PRIVITOARE LA ORGANIZAȚIA NAȚIUNILOR UNITE

Consiliul Mondial al Păcii a constatat că O.N.U. nu a răspuns la Apelul celui de al doilea Congres Mondial al Partizanilor Păcii, ca și cum propunerile reprezentanților a sute de milioane de oameni, pentru menținerea păcii, nu ar privi-o.

Dela adoptarea acestui Apel, O.N.U. a continuat să înșele speranțele pe care popoarele și le-au pus în ea și a ajuns la extrem în rezoluția sa prin care China este condamnată ca « agresoare ».

O.N.U. a sancționat și acoperit cu autoritatea sa exterminarea sistematică de către forțele armate americane a aproape un milion de oameni — bătrâni, femei și copii din Coreea, striviți sau carbonizați sub ruinele orașelor și satelor lor.

Consiliul Mondial al Păcii hotărăște să trimită la O.N.U. o delegație formată din:

Domnul Nenni (Italia), d-na Isabelle Blum (Belgia), d-na S. O. Davies (Marea Britanie), d-na Jessie Street (Australia), d-l D'Astier de la Vigerie (Franța), d-l Tihonov (U.R.S.S.), d-l U Yao Țun (Republica Populară Chineză), d-l Hromadka (R. Cehoslovacă), d-l D'Arboussier (Africa Neagră), d-l Pablo Neruda (Chili), d-l Jara (Mexic), domnii Paul Robeson și Uphaus (Statele Unite), dr. Atta (India).

Această delegație este împuternicită să ceară Organizației Națiunilor Unite:

1. Să examineze diferitele puncte ale Apelului Congresului Mondial al Partizanilor Păcii, precum și diferitele rezoluții ale Consiliului Mondial al Păcii, și să-și exprime părerea în legătură cu ele.

2. Să revină la rolul ce i-a fost fixat de Chartă, pentru a deveni un for pentru înțelegerea între guverne și nu unealtă a vreunui grup dominant.

Prezenta acțiune a Consiliului Mondial al Păcii va fi sprijinită de sute de milioane de bărbați și femei care au dreptul să vegheze cu vigilență ca organele internaționale supreme să nu trădeze sarcina lor de menținere a păcii.

ACADEMICIANUL SERGHEI IVANOVICI VAVILOV

de *acad. prof. EUGEN BĂDĂRĂU*

In noaptea de 25 Ianuarie a.c. a decedat în plină vigoare și activitate creiatoare savantul cu renume mondial, om de Stat eminent, luptător neobosit pentru știința sovietică, mare patriot și propagandist al măreţelor idei comuniste, academicianul S. I. Vavilov, președintele Academiei de Ştiințe din U.R.S.S.

Prin moartea sa prematură știința sovietică și cea mondială a suferit o mare pierdere.

S. I. Vavilov s'a născut la Moscova la 12 Martie 1891. Incă din liceu la vârsta de numai 15 ani, S. I. Vavilov a început să colecţioneze aparate și cărţi de fizică, făcând în acelaș timp și experienţe din domeniul acestei ştiinţe.

In 1909 după terminarea liceului, S. I. Vavilov se înscrie la facultatea fizico-matematică a Universităţii din Moscova, unde are prilejul să lucreze sub directivele vestitului fizician rus P. N. Lebedev, întemeietorul primei școli de fizicieni din Rusia. Sub conducerea acestui eminent fizician, S. I. Vavilov, încă din anul al doilea de studiu, a început unele cercetări ştiinţifice experimentale, de exemplu: decolorarea termică a coloranţilor. Pentru această lucrare tânărul Vavilov a primit medalia de aur din partea Societăţii Naturaliștilor de pe lângă Universitatea din Moscova

Activitatea sa ştiinţifică se desfășoară într'un laborator particular al lui Lebedev, iar după moartea prematură a eminentului său dascăl, în 1912, el își continuă cercetările sub conducerea profesorului P. P. Lazarev. Cu acest prilej, Vavilov termină cercetările sale cu privire la fotometria izvoarelor de culori diferite.

In 1914, după izbucnirea primului război imperialist, S. I. Vavilov este trimis pe front. Timp de 4 ani, până în Februarie 1918, prestează serviciul militar în diferite unităţi de geniu, de cale ferată și de radio-comunicaţii, participând foarte des la lupte; totuși și în această perioadă Vavilov este preocupat de studiul problemelor din domeniul radiofoniei.

S. I. Vavilov.

După marea Revoluţie din Octombrie, care a creeat condiţii favorabile pentru desvoltarea ştiinţei în Uniunea Sovietică, Vavilov și-a putut afirma calităţile sale excepţionale de om de știință și organizator.

In 1918, S. I. Vavilov, începe să lucreze la secţia de raze X a Ministerului Sănătăţii, sub directivele academicianului P. P. Lazarev, făcând cercetări cu caracter ştiinţific.

In această perioadă, Vavilov desfășoară o bogată activitate pedagogică și ştiinţifică, lucrând în numeroase instituţii printre care: Institutul de fizică și biofizică, Şcoala Tehnică Superioară, etc. In 1919 trece examenul de docenţă la Universitatea din Moscova, unde începe să țină cursuri din domeniul opticei, fiind apoi ales profesor-șef la catedra de fizică generală — din aceeaș Universitate.

In anul 1926, S. I. Vavilov a lucrat timp de șase luni la Berlin, în laboratorul profesorului Prinsheim, studiind cu succes caracterul noilor bande de emisie a soluțiilor solide de coloranți la temperaturi joase. Domeniul preferat al lui Vavilov, chiar din anii aceștia, a devenit optica, fizica, în special studiul fenomenelor luminiscenței. Primele sale studii în acest domeniu s'au ocupat cu determinarea limitelor de valabilitate a legii lui Bouguet cu privire la absorbția luminii și au arătat că intervalul aplicabilității acestei legi fundamentale este foarte larg.

S. I. Vavilov a lucrat personal în acest domeniu al luminiscenței mai mult de 15 ani, făcând importante descoperiri științifice cu privire la fotoluminiscența soluțiilor, la natura acestui fenomen, elaborând o teorie generală a fenomenelor luminiscente.

In special, Vavilov a studiat randamentul fotoluminiscenței soluțiilor, adică raportul între energia emisă și cea absorbită, demonstrând că acest randament, contrar părerilor ce existau în această privință, poate să atingă valori până la 70% și chiar mai mult, cu alte cuvinte a arătat că aproape întreaga energie absorbită se poate transforma în radiațiuni luminiscente.

Mai mult, Vavilov a determinat acțiunea diferiților factori asupra acestui randament precum: concentrația soluției respective, impuritățile și lungimea de undă a luminii excitatoare. Aceste rezultate experimentale au permis să se pătrundă mai adânc în mecanismul fenomenelor de fotoluminiscență studiate, formulându-se o teorie a acestora cu ajutorul termodinamicei și concepțiilor cvantice. Aceste legi stabilite de către Vavilov sunt de o mare importanță pentru fotoluminiscență, având o importanță similară cu legea lui Einstein în domeniul fotochimiei. Un alt domeniu strâns legat de cel de mai sus cu care s'a ocupat Vavilov, a fost studiul polarizației luminiscenței în soluțiuni vâscoase, în funcție de lungimea de undă excitatoare. Grație acestor lucrări, continuate apoi de un elev al său, P. P. Teofilov, s'a putut deduce legătura fenomenelor observate cu structura moleculelor studiate.

Activitatea academicianului S. I. Vavilov în acea perioadă, ca și mai târziu de altfel, nu se limita numai la cercetări științifice și cursuri. La Moscova, Vavilov a creiat un centru științific în care a fost concentrată activitatea tinerilor fizicieni din capitala Uniunii Sovietice. Vavilov personal face comunicări științifice, referate privitoare la lucrările moderne ale fizicienilor sovietici și străini, organizează un colectiv de optică-fizică care a devenit apoi Centrul Optic din Moscova, scrie articole de popularizare și cărți, ca de exemplu: « Bazele experimentale ale teoriei relativității » « Ochiul și soarele », « Despre lumină caldă și rece », etc.

Vavilov, după 200 de ani dela moartea lui Newton, a tradus din latinește opera acestui savant « Optica », făcând multe și detailate comentarii de mare importanță.

Această bogată și variată activitate a academicianului Vavilov, a atras în jurul lui un mare număr de tineri, dornici de a participa la creația științifică, ceeace i-a permis creiarea unor numeroase școli de fizicieni din care au ieșit elemente de seamă pentru cultura și știința sovietică.

Pentru meritele sale excepționale, Vavilov a fost ales în 1931 membru corespondent al Academiei de Științe din U.R.S.S., iar un an mai târziu —în 1932 — membru activ al acestei instituții.

Tot în anul 1932, Vavilov a preluat conducerea Institutului Optic de Stat din Leningrad.

Aici, Vavilov a început o cercetare cu un caracter complet nou și anume «Studiul prin metoda vizuală a luminozității la intensități luminoase din ce în ce mai mici ». In acest caz numărul fotonilor ce intră în ochiul observatorului este din ce în ce mai redus. Aceste cercetări de o deosebită importanță au confirmat diferite concluzii ale teoriei cvantice a luminii, prezentând și un mare interes pentru optica fiziologică.

Tot în 1932, Vavilov a fost ales Director al Institutului Fizico-Matematic din Leningrad. Laboratorul acestui institut era de proporții reduse. Vavilov a lărgit imediat domeniul cercetărilor științifice din laboratorul institutului, creind și aici o vastă școală de fizicieni. Intre altele a inițiat un grup de cercetători în domeniul fizicei nucleare. In prezent acest laborator de fizică nucleară poate fi socotit baza cercetărilor nucleului atomic și radiațiunilor cosmice din U.R.S.S.

Cu trecerea Academiei de Științe din Leningrad la Moscova, Institutul Fizico-Matematic s'a împărțit în Institutul de Fizică și cel de Matematică. Noul Institut de Fizică creat la Moscova a primit numele de P. N. Lebedev. Vavilov a depus o muncă enormă pentru organizarea acestui Institut de Cercetări, care are astăzi numeroase laboratoare mari și aproape 200 de colaboratori științifici. Reîntors la Moscova, Vavilov continuă activitatea sa prodigioasă de cercetări cu rezultate din cele mai interesante, dintre care trebue să amintim descoperirea împreună cu Cerencov, Frank și Tainin a unui nou gen de radiație, care emite electronul ce se mișcă într'un mediu cu viteză mai mare decât viteza luminii în același mediu. Această descoperire, S. I. Vavilov cu colaboratorii săi, au făcut-o în lichide, la trecerea prin ele a radiațiunilor Gama. Acest nou gen de radiații produc în lichide, electroni secundari foarte rapizi, care emit radiații care diferă de luminiscență. Natura acestor radiații a putut fi stabilită numai grație vastelor cunoștințe despre luminiscență ale academicianului S. I. Vavilov.

Aici, în Institutul de Fizică al Academiei de Știință, Vavilov a inițiat și a dus până la rezultate definitive, două mari aplicațiuni ale opticei și anume: folosirea unor izvoare noi de lumină (tuburi luminiscente) care sunt cu mult superioare becurilor obișnuite cu filament incandescent, dând un randament de trei ori mai

mare față de becul obișnuit și furnizând în același timp lumină de ori ce compoziție spectrală și în special lumina albă, precum și elaborarea metodei de analiză a luminiscenței, care pentru întâia oară a intrat adânc în diferite domenii industriale.

In timpul războiului pentru apărarea Patriei, Vavilov personal a lucrat în domenii ce interesau apărarea, fără a părăsi însă celelalte cercetări științifice; iar ca rezultat al acestora, a apărut o mare lucrare cu caracter teoretic, despre extincția luminiscenței prin concentrare, având ca bază pentru explicarea acestui fenomen concepția de rezonanță de natură cvantică între moleculele excitate și cele neexcitate.

Pentru aceste lucrări importante ca și pentru lucrările asupra acțiunii luminei de mică intensitate, i s'a decernat lui Vavilov în 1943 premiul Stalin. Mai târziu, pentru lucrările remarcabile cu privire la radiațiile electronilor ce se mișcă în materie cu viteză mai mare decât cea a luminei, a fost distins pentru a doua oară cu premiul Stalin.

S. I. Vavilov era un om de vastă cultură științifică. El nu se limita niciodată la problemele din specialitatea sa, ci aprofunda și alte domenii ale științei, de ex. chimia, probleme economice, culturale, etc. In special se ocupa în mod amănunțit de problemele istoriei și metodologiei științei; a scris multe lucrări în care el aplică învățătura leninistă-stalinistă la științele naturii, arătând că toate realizările științei, confirmă pe deplin justețea legilor materialismului dialectic.

In anul 1945 S. I. Vavilov a fost ales președinte al Academiei de Ştiințe a Uniunii Sovietice. In această funcție el s'a dovedit a fi un mare organizator și neobosit luptător pentru realizarea sarcinilor importante puse savanților sovietici de Partidul Comunist (b) și Guvernul U.R.S.S.

S. I. Vavilov, în calitate de președinte al Academiei, a contribuit foarte mult la realizarea directivelor tovarășului Stalin cu privire la atragerea spre știință a maselor largi populare. Fiind un remarcabil popularizator al științei, el a antrenat o puternică mișcare a savanților sovietici pentru difuzarea cunoștințelor științifice și politice în masele largi ale poporului.

S. I. Vavilov a fost și președintele Comisiei Academice pentru editarea literaturii de popularizare științifică, fiind și redactorul principal al minunatei reviste «Priroda» (Natura), care servește acestui scop. De asemenea Vavilov a fost redactorul principal al ediției II-a a *Marei Enciclopedii Sovietice.*

Alegerea lui S. I. Vavilov în calitate de președinte al Academiei de Ştiințe în 1945, a coincis cu perioada care a urmat după terminarea victorioasă a marelui război de apărare a Patriei, când problema principală a Uniunii Sovietice era refacerea și desvoltarea economiei naționale care a avut de suferit de pe urma agresiunii fasciste. Pentru realizarea acestei mărețe sarcini era nevoe de o schimbare a activității științei sovietice în sensul legării ei mai accentuate de nevoile practice ale vieții.

Devotamentul fără margini al lui Vavilov față de Partid, marele său talent organizatoric, înalta sa autoritate științifică, dragostea adâncă de Patrie, au fost factorii principali care i-au înlesnit realizarea cu succes a acestor importante sarcini. Până în ultimele clipe ale vieții sale, S. I. Vavilov și-a consacrat toate cunoștințele și forțele sale măreței opere a construirii comunismului.

Guvernul Sovietic a apreciat în modul cel mai înalt strălucita activitate științifică, socială și de stat a lui S. I. Vavilov, decorându-l de două ori cu cea mai înaltă distincție sovietică «Ordinul Lenin», cu «Ordinul Drapelul Roșu al Muncii», precum și cu alte distincțiuni.

S. I. Vavilov a dat o deosebită atenție desvoltării și activității filialelor Academiei de Ştiință în Republicile Unionale și Autonome ale Uniunii Sovietice. Din 16 filiale existente astăzi, 8 au fost creiate sub conducerea directă a sa, dând o deosebită atenție coordonării activității științifice, precum și pregătirii rapide a cadrelor științifice locale.

S. I. Vavilov, cu toate enormele sarcini științifice și organizatorice, găsea timp totdeauna pentru activitatea politică și socială, ducând o luptă aprigă pentru Pace. Datorită meritelor sale, el s'a bucurat de cea mai caldă stimă și dragoste din partea oamenilor sovietici. Din 1935 Vavilov a fost ales de mai multe ori deputat al Sovietelor din Leningrad și Moscova, deputat al Sovietului Suprem al R.S.F.S.R. precum și deputat al Sovietului Suprem al U.R.S.S.

Viața și activitatea academicianului Vavilov este un exemplu luminos pentru oamenii de știință sovietici și pentru toți oamenii de știință progresiști din lumea întreagă.

Fostul președinte al Academiei din U.R.S.S. a dat și un neprețuit ajutor Academiei R.P.R., prin multe și importante sfaturi și îndrumări date oamenilor noștri de știință cu ocazia vizitei lor în U.R.S.S., îndrumări care au fost atât de necesare pentru organizarea primei noastre instituții de știință și cultură.

Oamenii de știință din R.P.R. se asociază la marele doliu al științei sovietice, cu ocazia pierderii suferite de știința sovietică și cea mondială, prin moartea academicianului Serghei Ivanovici Vavilov.

ASPECTE TEHNICE ALE FENOMENELOR REACTIVE ȘI DEFORMANTE

de *prof. ing. C. BUDEANU*

(II)

NORME DE CALCUL ALE CONDENSATORILOR

Principiul general de funcționare al condensatorilor, este de fapt, o consecință imediată a principiului de conservare a puterilor reactive, redat prin relațiile (10)*).

Se știe că orice inductanță în o rețea, consumă o putere reactivă de forma:

$$Q_l = L\omega I^2 = 2\omega\left(\frac{1}{2} L I^2\right) = 2\omega W_m \qquad (16)$$

De asemenea orice condensator consumă o putere reactivă de forma:

$$Q_c = -C\omega U^2 = -2\omega\left(\frac{1}{2} C U^2\right) = -2\omega W_e \qquad (17)$$

Sursa, la uzină, trebue să producă o putere reactivă, care pe baza principiului conservării trebue să fie egală cu suma puterilor reactive consumate de toate aceste aparate de pe rețea. Deci ținând seama de relațiile (16) și (17) sursa va trebui să producă o putere reactivă:

$$Q = Q_l + Q_c = 2\omega(\Sigma W_m - \Sigma W_e) \qquad (18)$$

în care ΣW_m și ΣW_e reprezintă suma valorilor medii ale energiilor magnetice și electrice localizate în câmpurile magnetice și electrice ale rețelei și ale tuturor aparatelor rețelei.

Formula 18 ne dă în acelaș timp o indicație a semnificației fizice a noțiunii de putere reactivă. Mărimile W_m, W_e și 2ω sunt în adevăr mărimi fizice.

In regim alternativ, energia câmpurilor magnetice și electrice are o valoare instantanee variabilă periodic și oscilează permanent între acele câmpuri și sursă prin intermediul rețelei. Această oscilație are loc chiar cu pulsația 2ω. Pentru ca pe rețea să dispară manifestările reactive și deci ca să avem $Q = 0$ trebue ca energiile magnetice și electrice să fie egale ($W_m = W_e$).

Și în curent continuu avem o energie a câmpurilor magnetice și electrice W_m și W_e, însă aceste energii nu mai oscilează. Intr'o situație de regim, ele sunt constante, iar $\omega = 0$, deci în acest caz nu poate fi vorba de un fenomen reactiv. Pe de altă parte, cu cât frecvența e mai mare, energiile W_m și W_e oscilează mai rapid, 2ω e mai mare, iar pierderile instantanee puse în joc prin această oscilație sunt mai mari și deci puterea reactivă e mai mare. Aceste manifestări stau la baza semnificației fizice a puterii reactive exprimate sub forma relației (18).

In consecință, un condensator, având destinația a «compensa» efectele reactive la o serie de aparate și mașini absorbind în câmpul său magnetic o energie medie W_m, trebue să fie astfel dimensionat încât el însăși să absoarbă o energie medie în câmpul său electric.

$W_e = W_m$, ceea ce echivalează cu condiția

$$Q_e + Q_l = 0 \text{ sau } Q_c = -Q_l \qquad (19)$$

Pentru a dimensiona un condensator sau o baterie de condensatori, trebue să precizăm în prealabil valoarea puterii reactive a aparatului sau a grupului de aparate care urmează astfel a fi compensate.

Pentru precizarea ideilor, să ne referim la cazul unui motor asincron. Concluziile se pot extinde apoi ușor la un grup de motoare asincrone.

Puterea reactivă Q, consumată de un motor asincron am văzut-o în relația (14).

Ținând seama și de relația (15), putem exprima puterea reactivă Q în funcție de puterea reală nominală a motorului asincron prin o relație de forma:

$$Q = \lambda P_n \qquad (20)$$

în care λ este un coeficient numeric, depinzând de condițiile constructive și de funcționare ale motorului.

*) Trimiterile privitoare la relațiile 1—15 și la figuri se referă la prima parte a acestui studiu («Electricitatea» Nr. 2/1951).

Acest factor λ poate fi determinat din relaţiile (14) şi (15) şi a putut fi cu suficientă aproximaţie verificat experimental. Astfel pentru motoarele de tipurile obişnuite industriale s'a putut identifica:

a) Puterea reactivă a motorului corespunde sensibil unui factor de putere de circa 0,8 la funcţionarea sub sarcina normală;

b) Puterea reactivă este practic constantă faţă de variaţiile la suprasarcini şi subsarcini: aceste variaţii ale puterii reactive fiind datorate efectelor reactive ale inductanţelor de scăpări;

c) In aceste condiţii, proporţia de putere reactivă medie consumată, exprimată în raport cu puterea reală normală, poate fi exprimată prin factorul reactiv de ordinul $\rho = 0{,}78$. Putem deci aprecia că un motor asincron de categoria celor care ne interesează, absoarbe o putere reactivă:

$$Q = 0{,}78\ P_n. \qquad (21)$$

Teoretic deci, puterea reactivă la care ar trebui dimensionat un condensator ar trebui să fie aceea dată prin relaţia (21).

Sunt însă consideraţii care ne conduc la adoptarea de valori inferioare şi anume:

Relaţia (21) comportă negreşit oarecare aproximaţii de natură experimentală acoperitoare.

Dar ceea ce e mai important, valoarea dată prin relaţia (21) ne-ar conduce la o compensare teoretic integrală. Insă compensările în vecinătatea chiar a factorului de putere 1 nu mai sunt prea interesante. Avantajele ar fi minime şi în orice caz n'ar putea acoperi plusul necesar de investiţii pe care le-ar cere o compensare integrală.

De aceea ne putem opri cu compensarea la un factor de putere de ordinul 0,95, corespunzând deci la o valoare de factor reactiv de $\rho = 0{,}33$ (tabela 1).

In consecinţă, condensatorii de compensaţie ar trebui dimensionaţi pentru o putere reactivă de circa:

$$Q' = (0{,}78 - 0{,}33)\ P_n = 0{,}45\ P_n \qquad (22)$$

ceea ce înseamnă că la puterea nominală a motorului de P_n kW, vom putea adopta cu o suficientă aproximaţie o baterie de condensatori de compensaţie având o putere reactivă de $Q'' = 0{,}45\ P_n$ kVAr.

Cu o astfel de baterie de condensatori, ridicăm factorul de putere al unui motor asincron, funcţionând în plină sarcină până la circa 0,95. Pentru a duce factorul de putere chiar la 1, ar trebui ca bateria de condensatori să fie dimensionată la circa $Q'' = 0{,}78\ P_n$, adică implicând o majorare de investiţie faţă de cazul precedent cu circa 73%, numai spre a majora factorul de putere de la 0,95 la 1. Un astfel de spor de investiţie economiceşte nu s'ar mai justifica.

Să verificăm acum efectul bateriei de condensatori în cazul practic când motorul asincron ar funcţiona cu o sarcină inferioară celei nominale. Fie, de exemplu, situaţia acelui motor funcţionând la 50% din sarcina nominală.

In acest caz, admitem chiar, pe bază de constatări experimentale, că consumul de putere reactivă se reduce la circa $0{,}9\,Q$. Factorul reactiv s'ar reduce în acest caz la

$$\rho = \frac{0{,}9\,Q}{0{,}5\,P_n} = \frac{0{,}9 \times 0{,}78\,P_n}{0{,}5\,P_n} = 1{,}4 = \operatorname{tg}\varphi \qquad (23)$$

ceea ce corespunde la un factor de putere de $\cos\varphi = 0{,}58$.

Dacă însă acest motor este compensat cu o baterie de condensatori, dimensionată conform normelor de mai sus (relaţia 22), proporţia de putere reactivă, cerută dela reţea se reduce la

$$\rho' = \frac{0{,}9Q - Q'}{0{,}5\,P_n} = \frac{0{,}9 \times 0{,}78 - 0{,}45}{0{,}5} \approx 0{,}5 = \operatorname{tg}\varphi' \qquad (24)$$

ceea ce corespunde la un factor de putere de $\cos\varphi' = 0{,}89$.

Din această analiză reiese deci că, cu o baterie de condensatori de $Q' = 45\ P_n$, în care P_n este puterea nominală a motorului, compensăm funcţionarea acestui motor:

a) la sarcină *normală* dela $\cos\varphi = 0{,}8$ la $\cos\varphi = 0{,}95$;

b) la sarcină *jumătate* dela $\cos\varphi = 0{,}58$ la $\cos\varphi' = 0{,}89$.

Bateria apare astfel ca bine dimensionată şi prezenţa ei apare cu atât mai justificată, cu cât motorul funcţionează sub sarcina normală, ceea ce este cazul cel mai general în practică.

Aceste concluzii, interesante din punct de vedere tehnic ne dau în acelaş timp justificarea admisibilităţii din punct de vedere practic a aproximaţiei incluse în formula (21). Chiar o variaţie de ordinul 10% a factorului reactiv adoptat de $\rho = 0{,}78$, ne-ar conduce la variaţii minime neglijabile a factorului de putere $\cos\varphi$ compensat.

Când avem de a face cu un grup de motoare asincrone, fiind vorba de o valoare medie, cu atât mai mult relaţia (21) devine mai justificată. In acest caz însă prin P_n trebue înţeleasă suma puterilor nominale a motoarelor asincrone funcţionând probabil *simultan*.

IMPORTANŢA PROBLEMEI FENOMENELOR REACTIVE LA AMENAJAREA NOILOR INSTALAŢII

Această latură a problemei are o deosebită importanţă la noi, în cadrul Planului de Electrificare a ţării.

De aceea în studiile de proiectare şi de amenajare a noilor instalaţii electrice, problema fenomenelor reactive urmează a fi luată serios în considerare. Producerea, transportul şi distribuţia puterii reactive se suprapune cu producerea, transportul şi distribuirea de putere reală. Proiectul unor astfel de instalaţii trebue

să se preocupe azi cu atenţie de cele două categorii de fenomene, ele constituind două capitole ale aceluiaş proiect. In sensul acestor preocupări, se va urmări în special următoarele:

a) Se vor adopta motoare asincrone cât mai concordante cu nevoile reale ale exploatării, evitându-se supradimensionările;

b) Pentru puteri de oarecare importanţă, cam dela 500 kW în sus, se va da în general preferinţă motoarelor sincrone;

c) Se va evita supradimensionarea transformatorilor şi subdivizarea lor în unităţi prea mici;

d) La construcţia maşinilor şi transformatorilor se va folosi tole de cât mai bună calitate magnetică, spre a se reduce cât mai mult consumul propriu de putere reactivă;

e) După luarea măsurilor de mai sus, conducând la coborîrea *naturală* a consumului de putere reactivă, se va studia valoarea puterilor reactive, care mai rămâne totuşi a se consuma pe reţea şi de a cărei producţie şi transport urmează a ne ocupa;

Se va identifica în special punctele de pe reţea, unde se *localizează* acele consumuri de putere reactivă cât şi valorile corespunzătoare fiecăreia dintre acele consumaţiuni reactive;

f) Se va studia *amenajarea producţiei* de putere reactivă pe cât posibil mai în vecinătatea punctelor de consum, folosindu-se în acest scop, fie baterii de condensatori individuale, fie baterii de condensatori sau eventuale motoare sincrone supraexcitate, montate pe grupe de receptoare de putere reactivă;

g) Se va identifica apoi restul de putere reactivă a cărei producţie urmează a fi realizată în anume centre ale reţelei sau în anume uzine electrice special amenajate în acest scop.

In orice caz, nu se va da rolul de producătoare de putere reactivă decât uzinelor electrice situate nu prea departe de punctele care consumă o astfel de putere. Dacă nu dispunem de astfel de uzine, se vor amenaja centre speciale, producătoare de putere reactivă, fie prin motoare sincrone, fie prin baterii de condensatori.

In orice caz uzinele excentrice, ca cele hidraulice, nu sunt de loc proprii acestui rol;

h) Se vor identifica traseele pe care se efectuează transportul de putere reactivă între producţie şi consum şi se va îngriji astfel ca liniile respective să fie construite ca să poată asigura acest transport fără pierderi mari energetice sau căderi de tensiuni anormale;

i) Se va verifica apoi, dacă puterile reactive negative (şi deci de natură capacitivă) cerute de liniile de transport sub înaltă tensiune sau de cablele subterane, pot fi produse de uzinele electrice, fără pericole de supratensiune, ori de instabilitate. La nevoie se va putea recurge la metode speciale de compensare a puterilor reactive capacitive, prin bobine de inducţie, ori motoare sincrone subexcitate, special montate în acest scop;

k) In general, montarea unor motoare sincrone pe liniile electrice, pot avea în general rolul multiplu atât de a dirija producţia şi circulaţia puterii reactive cerută de reţea, cât şi de a contribui la reglajul tensiunii în anume centre ale reţelei.

Se poate aprecia, relativ uşor, importanţa problemei fenomenelor reactive pentru realizarea Planului de Electrificare.

Fără a intra în detaliile acestui măreţ Plan, ne vom referi, în cele ce urmează, la situaţia amenajării unor instalaţii electrice reprezentând în total 1 000 000 kW. Concluziile vor fi aproximativ proporţionale pentru orice altă valoare de putere instalată.

Vom admite în evaluarea ce urmează câteva ipoteze verosimile şi în orice caz acoperitoare pentru calculul nostru.

Durata medie de utilizare o admitem pe un minimum de numai 2500 h.

Reţeaua o admitem astfel construită, ca la un factor de putere de 0,9, pierderile în reţea să fie de circa 10%, în care se includ atât pierderile pe înaltă tensiune, cât şi cele din staţiile de transformare şi reţeaua de distribuţie.

Pe baza acestor ipoteze redăm în tabela 4 evaluarea sporului de putere aparentă a instalaţiilor electrice cât şi a energiei pierdute anual în reţea din cauza transportului diferenţei de putere reactivă peste acea corespunzătoare factorului de putere de 0,9.

Tabela 4

referitoare la situaţia unei puteri totale de 10^6 kW şi o utilizare 2500 h

Factor putere mediu global	Putere aparentă kVA	Diferenţa putere aparentă kVA	Pierderi în reţea kWh	Diferenţă pierderi în reţea kWh
0,9	$1{,}11\times10^6$	0	$0{,}25\times10^9$	0
0,8	$1{,}25\times10^6$	$0{,}14\times10^6$	$0{,}32\times10^9$	$0{,}07\times10^9$
0,7	$1{,}43\times10^6$	$0{,}32\times10^6$	$0{,}41\times10^9$	$0{,}16\times10^9$
0,6	$1{,}66\times10^6$	$0{,}55\times10^6$	$0{,}56\times10^9$	$0{,}31\times10^9$
0,5	2×10^6	$0{,}89\times10^6$	$0{,}81\times10^9$	$0{,}56\times10^9$

Reiese din acest tablou că la o putere totală instalată de 1 000 000 kW având o utilizare de numai 2500 h, în cazul când factorul de putere mediu ar fi chiar de 0,8, ar trebui investită o putere aparentă electrică de 140 000 kVA mai mult decât dacă factorul de putere ar fi 0,9.

Aceeaş investiţie s'ar ridica la 320 000 kVA când factorul de putere corespunzător ar cădea la 0,7.

Pe de altă parte, la un *factor de putere mediu* de numai 0,7 s'ar pierde în reţea (linii şi transformatori) cu 160 000 000 kWh pe an mai mult, numai datorită faptului că factorul de putere mediu s'a coborît dela 0,9 la 0,7. Această pierdere suplimentară de energie în reţea ar corespunde aproximativ la un consum de 16 000 vagoane cărbuni sau circa 8000 vagoane păcură pe an.

In cazul când puterea instalată, orele de utilizare sau pierderea de energie medie admisă ar varia, rezultatele ar varia și ele proporțional, în funcție de noile valori.

CAZUL INSTALAȚIILOR EXISTENTE

O preocupare cu un caracter urgent se referă la instalațiile existente.

Pentru astfel de instalații se vor lua măsurile mai sus preconizate ținând seama de situația lor actuală. Aceste instalații vor fi eventual completate și adaptate în viitor, dacă va fi cazul, atunci când vor fi înglobate în rețeaua de electrificare generală.

Problema instalațiilor existente este de urgență imediată, tocmai pentrucă aceste instalații sunt principalele consumatoare de putere reactivă. Ne referim în special la marile instalații industriale, în care se înglobează și exploatările de petrol.

La astfel de instalații ne putem aștepta la factori de putere mediu chiar de ordin 0,6.

Spre a reliefa importanța acestei probleme la instalațiile existente, vom considera câteva consumațiuni de energie ipotetice, dar verosimile, ale unora din aceste instalații și vom indica economia de pierdere de energie ce s'ar realiza în ipoteza că un factor de putere eventual de 0,6 s'ar îmbunătăți la 0,7; la 0,8 sau 0,85.

In aceste evaluări, vom admite deasemeni ipoteza verosimilă și acoperitoare, că la un factor de putere mediu de 0,6, pierderile pe rețea sunt de ordinul de cel puțin 22%. De altfel această ipoteză este în concordanță cu cele admise în *tabela 4*.

Rezultatul acestor evaluări sunt redate în *tabela 5*.

Tabela 5

Diverse ipoteze de valori de energie emise kWh/an	Reduceri de pierderi de energie pe rețea când factorul de putere mediu de 0,6 s'ar îmbunătăți la următoarele valori:		
	0,7	0,8	0,85
150×10^6	$8{,}6\times10^6$	$14{,}6\times10^6$	$16{,}6\times10^6$
160×10^6	$9{,}15\times10^6$	$15{,}3\times10^6$	$17{,}65\times10^6$
170×10^6	$9{,}7\times10^6$	$16{,}3\times10^6$	$18{,}8\times10^6$
180×10^6	$10{,}3\times10^6$	$17{,}25\times10^6$	$19{,}85\times10^6$
200×10^6	$11{,}4\times10^6$	$19{,}2\times10^6$	$22{,}1\times10^6$

Astfel, dacă în ipoteza unui consum de energie pe rețeaua unei industrii (de exemplu, întreprinderile petrolifere) de 170×10^6 kWh/an, factorul de putere mediu s'ar îmbunătăți dela 0,6 la 0,8, ar rezulta o economie de energie de circa $16{,}3\times10^6$ kWh/an. Această reducere s'ar resfrânge asupra consumului de combustibil, rezultând o economie corespunzătoare unei cantități de aproximativ 800 vagoane păcură pe an.

Aceste câteva cifre scot în evidență importanța problemei de care avem a ne preocupa. Măsurile sunt acelea pe care principial le-am relevat mai sus.

SITUAȚIA IN REGIM DEFORMANT

In tot ce s'a expus până aci, am presupus că ne găsim în situația unor instalații funcționând sub tensiuni și curenți sinusoidali.

Aceasta însă e o aproximație valabilă numai în anume situațiuni.

Astfel, fie o rețea analoagă cu acea studiată mai sus în regim sinusoidal (fig. 1), dar în care curenții în laturi și tensiunile între nodurile adiacente ar avea forma generală nesinusoidală.

$$\left.\begin{aligned} u &= \Sigma_1^n \sqrt{2}\, U_n \sin(n\omega t - \alpha_n) \\ i &= \Sigma_1^n \sqrt{2}\, I_n \sin(n\omega t - \beta_n) \end{aligned}\right\} \qquad (25)$$

în care Σ se referă la totalitatea armonicelor componente.

După cum am arătat cu alt prilej, impunându-ne ca și în regimul sinusoidal, condiția ca legile *Kirchoj*, cât și conservarea puterilor instantanee, să fie valabile, oricare ar fi momentul t, ajungem la relații de condiții analoage acelora din regim sinusoidal (9) adaptate însă la situația regimului nesinusoidal și anume:

$$\left.\begin{aligned} \Sigma_s U_n I_n \sin\alpha_n \cos\beta_n &= 0 \\ \Sigma_s U_n I_n \cos\alpha_n \sin\beta_n &= 0 \\ \Sigma_s U_n I_n \sin\alpha_n \sin\beta_n &= 0 \\ \Sigma_s U_n I_n \cos\alpha_n \cos\beta_n &= 0 \end{aligned}\right\} \qquad (26')$$

Iar pentru fiecare grup de armonice mn găsim:

$$\left.\begin{aligned} \Sigma_s U_n I_m \cos\alpha_n \cdot \cos\beta_m &= 0 \\ \Sigma_s U_n I_m \sin\alpha_n \cdot \sin\beta_m &= 0 \\ \Sigma_s U_n I_m \cos\alpha_n \cdot \sin\beta_m &= 0 \\ \Sigma_s U_n I_m \sin\alpha_n \cdot \cos\beta_m &= 0 \\ \Sigma_s U_m I_n \cos\alpha_m \cdot \sin\beta_n &= 0 \\ \Sigma_s U_m I_n \sin\alpha_m \cdot \sin\beta_n &= 0 \\ \Sigma_s U_m I_n \cos\alpha_m \cdot \sin\beta_n &= 0 \\ \Sigma_s U_m I_n \sin\alpha_m \cdot \cos\beta_n &= 0 \end{aligned}\right\} \qquad (26'')$$

Suma Σ_s ca și în cazul relațiilor (9) se extinde la totalitatea celor s laturi ale rețelei.

Din sistemul (26') deducem conservarea mărimilor de puteri reale și reactive:

$$\Sigma_1^n U_n I_n \cos\varphi_n = P \quad \text{și} \quad \Sigma_1^n U_n I_n \sin\varphi_n = Q$$

corespunzând fiecărui element s al rețelei sub forma:

$$\left.\begin{aligned} \Sigma_s \Sigma_1^n U_n I_n \cos\varphi_n &= \Sigma_s P = 0 \\ \Sigma_s \Sigma_1^n U_n I_n \sin\varphi_n &= \Sigma_s Q = 0 \end{aligned}\right\} \qquad (27)$$

Deasemeni din sistemul (26'') deducem conservarea expresiunilor:

$$\left.\begin{aligned} \delta'_{mn} &= U_n I_m \cos(\alpha_n+\beta_m) - U_m I_n \cos(\alpha_m+\beta_n) \\ \delta''_{m_n} &= U_n I_m \sin(\alpha_n+\beta_m) - U_m I_n \sin(\alpha_m+\beta_n) \end{aligned}\right\} \qquad (28)$$

pe care le-am denumit *puteri deformante elementare*, sub forma:

$$\Sigma_s \delta'_{mn} = 0; \ \Sigma_s \delta''_{mn} = 0 \qquad (29)$$

Reiese deci, *conservarea vectorială* a mărimii: (30):

$$\left.\begin{aligned} P_d = D = \sqrt{\Sigma (\delta'_{mn})^2 + \Sigma (\delta''_{mn})^2} \\ P_d = D = \sqrt{\Sigma [U_n^2 I_m^2 + U_m^2 I_n^2 - 2U_m U_n I_m I_n \cos(\varphi_m - \varphi_n)]} \end{aligned}\right\}$$

pe care am denumit-o *putere deformantă*, în care

$$\varphi_m = \alpha_m - \beta_m \text{ și } \varphi_n = \alpha_n - \beta_n$$

Puterea aparentă, la rândul său, pentru fiecare element s al rețelei devine

$$S = UI = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2} \qquad (31)$$

din care P (puterea reală), $Q = \Sigma U_n I_n \sin \varphi_n$ (puterea reactivă) și D (puterea deformantă) au expresiile date în relațiile (27) și (30).

Reiese deci, că factorul de putere într'un regim nesinusoidal, sub forma:

$$K = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}} \qquad (32)$$

este datorat de data aceasta la două cauze fizice distincte și anume:

a) Fenomene și puteri reactive;

b) Fenomene și puteri deformante.

Puterile deformante se supun și ele, după cum am văzut, unui principiu de conservare. Ele comportă deci deasemeni un *fenomen de circulație* pe rețea.

In cazul practic al deformărilor numai la curenți, tensiunile fiind sensibil sinusoidale, expresiile puterilor: reală, reactivă și deformantă se reduc la:

$$P = UI_1 \cos \varphi; \ Q = U.I_1 \sin \varphi; \ D = UI_d \qquad (33)$$

în care I_1 este curentul undei fundamentale, φ defazajul curentului I_1 față de U, iar I_d valoarea eficace a rezidiului deformant al curentului, U este tensiunea presupusă sinusoidală.

In general, valoarea puterii deformante este în practică mai mică decât a puterii reactive. In schimb însă efectele și prejudiciile ei sunt mult mai complexe și anume:

a) Reducerea factorului de putere, în plus, peste acea datorată efectelor puterii reactive;

b) Majorarea pierderilor pe rețea;

c) Provocări și amplificări ale deformațiilor de curent și tensiuni;

d) Provocarea de fenomene de rezonanță mult mai ample decât în regim sinusoidal.

e) Provocarea de importante erori de măsură la anume aparate;

f) Prejudicii diverse în funcționarea anumitor mașini, aparate, condensatori, etc.

Evoluția întreprinderilor electrice ne-a scos în evidență, că fenomenele deformante se accentuează pe măsura extinderii marilor rețele de transport sub înaltă tensiune, în rețelele de cabluri subterane, cât și în orice fel de instalații electrice dotate cu aparate deformante (bobine și transformatori cu fier saturat, mutători, etc.).

Din expresia *puterii deformante* (30) se vede că ea caracterizează o deformare electrică între tensiune și curent.

Intr'adevăr puterea deformantă D se anulează numai când avem:

$$\left.\begin{aligned} \frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2} = \ldots\ldots \text{ și } \varphi_1 = \varphi_2 = \ldots\ldots \varphi_n \end{aligned}\right\} \qquad (34)$$

și când deci cele două funcțiuni U și I sunt de aceeași formă electrică.

Dacă aplicăm, la bornele unei rezistențe simple R o tensiune nesinusoidală de o valoare eficace U obținem un curent I de aceeași formă cu U. Puterea deformantă e nulă. *Rezistența* R *nu e un aparat deformant.*

Măsurile de luat pentru a reduce efectele deformante sunt în linii generale următoarele:

a) Localizarea și reducerea cauzelor deformante în instalațiile de producere și transport de energie;

b) Reducerea cât mai mult a efectelor deformante a aparatelor capabile de a produce astfel de efecte;

c) Reducerea, sau în orice caz limitarea, distanțelor de circulație a puterilor deformante și a fenomenelor deformante în general.

Astfel, de exemplu, în cadrul acestor măsuri se recomandă între altele:

Alimentarea redresorilor pe feedere separate.

Intrebuințarea la sursă (uzine) a generatorilor cu f.e.m. cât mai sinusoidală.

Redresorii construiți spre a absorbi curenți cât mai sinusoidali.

Evitarea de bobine cu fier saturat mai ales pe rețele în care pot interveni efecte capacitive.

Introducerea judicioasă de dispozitive capabile de a limita circulația fenomenelor deformante.

In fine, în general menționăm, că nu ar mai fi posibil a ne desinteresa de problema fenomenelor deformante la amenajarea de noi și mari electrificări.

Mărimea de *putere deformantă* este azi adoptată în literatura tehnică și introdusă chiar în cursuri de electrotehnică.

CÂTEVA CONSIDERAȚII DE EXPLOATARE IN PRACTICĂ

Astăzi tehnica fenomenelor reactive și deformante a ieșit din cadrul preocupărilor teoretice și ea se bazează pe considerații de exploatare în practica industrială, printre care menționăm:

a) Pe multe rețele electrice s'au introdus motoare sincrone destinate a funcționa ca generatoare de putere reactivă spre a se evita, ca acest rol să revină exclusiv generatoarelor dela uzină.

Și la noi s'au introdus două astfel de mașini a căror prezență s'a justificat prin funcționarea lor, atunci când condițiile de exploatare le-au cerut;

b) Intrebuințarea condensatorilor de compensare, funcționând deasemeni ca generatoare de putere reactivă: este foarte răspândită în întreprinderile care se preocupă de această problemă;

c) In U.R.S.S., se dă o deosebită importanţă problemei fenomenelor reactive şi factorului de putere.

Experienţa sovietică a arătat că prima măsură care se impune este de a evita supradimensionarea motoarelor asincrone şi în acelaş timp de a evita folosirea de motoare asincrone, cu mari consumaţiuni de putere reactivă.

Sunt norme destul de înaintate prevăzute de tehnica sovietică, bazate pe cercetări teoretice, dar mai ales pe cele experimentale, referitoare la consumaţiunile de putere reactivă a motoarelor asincrone. Aceste norme se referă atât la construcţia motoarelor, cât şi la repararea lor.

Azi, tehnica sovietică nu se mai mulţumeşte de a controla reparaţia motoarelor asincrone, fără a verifica şi consumaţia de putere reactivă a motoarelor ieşite din reparaţie.

A doua măsură care se recomandă de tehnica sovietică este înlocuirea motoarelor asincrone prin motoare sincrone, atunci când condiţiile de exploatare şi economice o permit.

Tehnica sovietică a experimentat de asemeni motoare de construcţie specială (asincroni sincronizaţi, etc.).

Atenţia tehnicii sovietice se îndreaptă azi şi spre folosirea condensatorilor statici, care se fabrică şi sunt ceruţi de întreprinderile energetice.

Pentru stadiile comparative ale diverselor soluţiuni, savanţii sovietici au introdus noţiunea de *echivalent economic* al puterii reactive şi care se exprimă prin $\frac{\text{kW}}{100\ \text{kVAr}}$ reprezentând pierderile de putere reală în reţea, raportate la 100 kVAr de putere reactivă, prezentă în aceeaş reţea.

Pe baza studiilor tehnicienilor sovietici, cele mai mici investiţii pentru acelaş efect economic de reducere a pierderilor pe reţea, se obţine prin folosirea motoarelor sincrone în locul celor asincrone. Sincronizarea motoarelor asincrone de mare putere (1000 kW) este de 1,5 ~ 2 ori mai scumpă, iar pentru motoare de putere mijlocie (200 kW) de circa 3 ~ 5 ori. Din examinarea situaţiei economice din 1949 se ajunge la concluzia că motoarele asincrone se pot sincroniza numai când echivalentul economic al puterii reactive este mai mic de cât

$20\ \frac{\text{kW}}{100\ \text{kVAr}}$ la motoarele de 150 kW;

$15\ \frac{\text{kW}}{100\ \text{kVAr}}$ la motoarele de 150—400 kW

$10\ \frac{\text{kW}}{100\ \text{kVAr}}$ la motoarele peste 400 kW.

Mijlocul tehnic cel mai eficace şi economic pentru ridicarea factorului de putere este socotit în U.R.S.S. întrebuinţarea motorului sincron în locul celui asincron, când e posibil.

Condensatorii statici a căror producţie este încă solicitată a fi mărită, se impun a fi folosiţi individuali la întreprinderile cu motoare asincrone mici.

Randamentul motoarelor sincrone de putere mică şi mijlocie este cu circa 1 ~ 2,5% mai scăzut decât acela al motoarelor asincrone corespunzătoare. Randamentul motoarelor sincrone mai mari de 400 kW este sensibil egal cu acela al motoarelor asincrone.

ТЕХНИЧЕСКАЯ СТОРОНА РЕАКТИВНЫХ И ИСКАЖАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ

Резюме

Вторую часть статьи, автор начинает с указания правил расчета статических конденсаторов для компенсации последствий реактивных процессов. Далее указывается значение проблемы реактивных процессов при оборудовании новых электроустановок и, одновременно, приведены общие нормативы, которых следует придерживаться в этом вопросе. В одной таблице собраны главные воздействия на установку в 10^6 квт. со средним использованием, примерно, в 25000 час/год. В особенности указывается рост кажущейся мощности и активных потерь в сети, когда коэфициент мощности изменится от 0,9 до 0,5. Эта дополнительная потеря активной энергии в сети, соответствовала бы расходу, примерно в 16000 вагонов угля, высокого качества, в год, если коэфициент мощности упадет с 0,9 до 0,7. Рассматривается случай существующих установок и в особенности тех, которые обслуживают нефтяной район.

Автор статьи рассматривает положение при общем искажающем режиме, указывая что в таком случае появляются две физических причины реактивных и искажающих процессов. Он напоминает о свойствах понятия — искажающая мощность —, которое было им давно введено в технику, когда он указал и свойства этой величины и, в особенности, ее свойство неизменности.

Приводится доказательство этого свойства. Отмечен гораздо более сложный ущерб, наносимый искажающими процессами также, как и возможные меры для их предотвращения. Автор статьи также излагает понятия практической эксплоатации, выявляя одновременно целый ряд няблюдений и вкладов Советской техники.

SISTEMUL UNGAR «KANDO» PENTRU ELECTRIFICAREA CĂILOR FERATE

de *ing. NIC. CONDACSE*

Planul de Electrificare a țării noastre, prevede ca un obiectiv important electrificarea căilor ferate așa cum arată tovarășul Gheorghe Gheorghiu-Dej în Raportul său: «Electrificarea treptată a căilor ferate, precum și a transporturilor în comun în centrele orășenești, ceea ce va aduce o economie considerabilă la transporturile de combustibil și a consumului de combustibil superior».

In primul Cincinal se va realiza o primă porțiune, de altminteri cea mai indicată a fi electrificată, Câmpina—Orașul Stalin.

Sistemul în care urmează să se electrifice căile noastre ferate, este o problemă de prim ordin.

Ultimele cercetări și în special ale academicianului sovietic Schenfer, par a indica pentru viitor sistemul curentului alternativ monofazat cu 50 Hz. Dacă se va ajunge la realizarea practică a unui motor monofazat cu 50 Hz, propriu pentru tracțiune, de sigur că sistemul se va consacra.

In acest sens, nu trebue scăpată din vedere soluția realizată în sistemul «Kando» în care este făcută electrificarea căilor ferate ungare.

In principiu, electrificarea unei instalațiuni de cale ferată presupune următoarele elemente esențiale [1]) (fig. 1):

Din sistemele de electrificare (felul curentului la linia de contact) încercate până astăzi, două sunt consacrate:

1. Curentul continuu cu 3000 V tensiune de serviciu între firul de contact și șină (pământ).

2. Curentul alternativ monofazat sub 15000 V tensiune de serviciu la firul de contact și frecvență $16^2/_3$ Hz.

Exploatarea a dovedit că ambele sisteme sunt absolut comparabile și din punct de vedere tehnic și din punct de vedere al investițiilor, capabile să satisfcă toate exigențele cerute de o exploatare feroviară. Adoptarea unuia sau celuilalt sistem este o problemă de condițiuni locale, etc.

In cazul sistemului de curent continuu, energia electrică necesară tracțiunii este absorbită din rețeaua industrială de curent alternativ trifazic cu 50 Hz, apoi transformată în substațiile special amenajate pentru tracțiune (cele moderne cu redresori cu vapori de mercur) în curent continuu și la tensiunea necesară tracțiunii (deobiceiu 3000 V).

Pentru sistemul de curent alternativ monofazat sub joasă frecvență (obișnuit $16^2/_3$ Hz) se întâlnesc două cazuri:

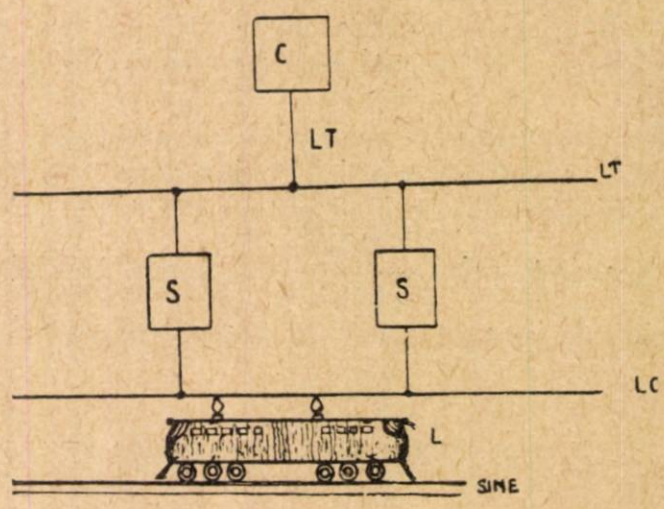


Fig. 1. — *C* = Centrala electrică pentru producerea energiei electrice; *L.T.* = Linii pentru transportul energiei electrice; *S.* = Substații de tracțiune, pentru schimbarea energiei electrice primită de la LT, în energie electrică corespunzătoare tracțiunii propriu zisă; *LC.* = Linia de contact, dela care își absoarbe locomotiva energia electrică; *L.* = Locomotive electrice.

1. Centrala electrică specială pentru tracțiune, producând direct curent alternativ monofazat sub $16^2/_3$ Hz, iar substațiile în acest caz sunt simple, pentrucă sunt echipate cu transformatori statici ce coboară tensiunea liniei de transport la tensiunea firului de contact (de ex. 110 kV/15 kV).

2. Energia electrică poate fi absorbită din rețeaua generală trifazică sub frecvență industrială (50 Hz) și în acest caz substațiile de tracțiune sunt mai complicate, pentrucă sunt echipate cu grupuri convertizoare rotative de fază și frecvență (în ultima vreme se încearcă înlocuirea grupurilor convertizoare, cu mutatori care au dat rezultate satisfăcătoare).

[1]) Ing. *I. Corodeanu*, «Ce este o linie ferată electrificată». Revista C.F.R., Iulie-Sept. 1943.

Locomotivele electrice, atât de curent continuu cât și de curent monofazat sunt echipate cu electromotoare specifice pentru tracțiune având caracteristica serie, fig. 2.

Partea vulnerabilă a acestor motoare, o constitue colectorul.

Facem mențiune specială pentru electromotorul de curent alternativ monofazat, unde fenomenul de comutație este cu atât mai pronunțat cu cât frecvența curentului este mai ridicată. Dealtminteri acesta este unul din motivele principale pentru care se utilizează frecvență $16^2/_3$ Hz.

In ceeace privește variația vitezei locomotivelor, element esențial într'o tracțiune electrică, amintim pentru cea de curent continuu că dacă notăm cu: E = forța contraelectromotoare a motorului; U = tensiunea aplicată la bornele motorului; n = viteza motorului

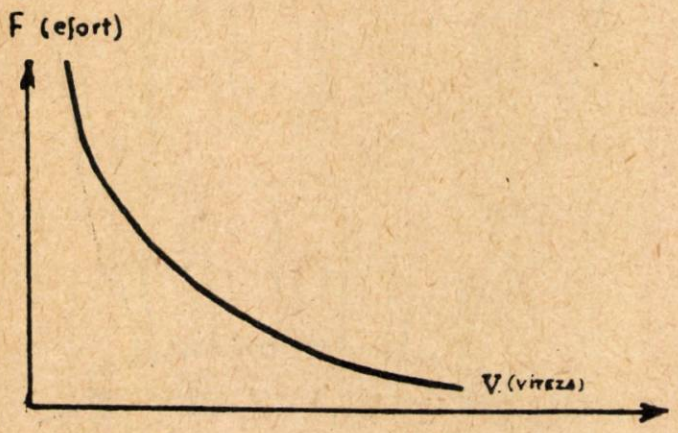


Fig. 2.

ture/min.; N = numărul conductorilor la periferia indusului; Φ = fluxul inductor; I = curentul în indus și inductor (motor tip serie); r = rezistența indusului, atunci

$$E = N\,n\,\Phi$$

$$U = E + rI$$

$$n = \frac{E}{N\Phi} = \frac{U - rI}{N\,\Phi}$$

și deoarece rI reprezintă 2—3% din U se poate neglija și $n = \frac{U}{N\Phi}$, se vede că variația vitezei se obține prin variația tensiunii aplicate la borne (U), lucru ce se realizează practic conectând electromotoarele locomotivei în serie, serie-paralel, paralel și prin variația fluxului inductor Φ — cu ajutorul reostatului de excitație.

Alte caracteristici se mai obțin și prin intercalare de rezistențe în circuitul principal al electromotoarelor (caracteristici neeconomice).

Locomotiva de curent monofazat are un autotransformator principal al cărui secundar este prevăzut cu prize variabile de tensiune dela 0 până la 600 V, așa că variația vitezei se obține pe o scară mare, aplicând tensiuni diferite la bornele electromotorului.

In cele de mai sus s'a amintit de caracteristicile fundamentale ale celor două sisteme de electrificare de căi ferate, pentru a se putea aprecia comparativ, sistemul ungar «Kando» despre care se tratează în cele ce urmează:

Este ușor de înțeles că un sistem de tracțiune electrică avantajos ar fi dacă am putea utiliza tensiuni ridicate la firul de contact (aceasta înseamnă conductori cu secțiune mică de cupru și substații de tracțiune puține), sub frecvența industrială 50 Hz (substațiile în acest caz ar fi simple) și dacă am putea înlocui electromotorul cu colector cu un altul fără colector și care să funcționeze sub frecvența normală de 50 Hz.

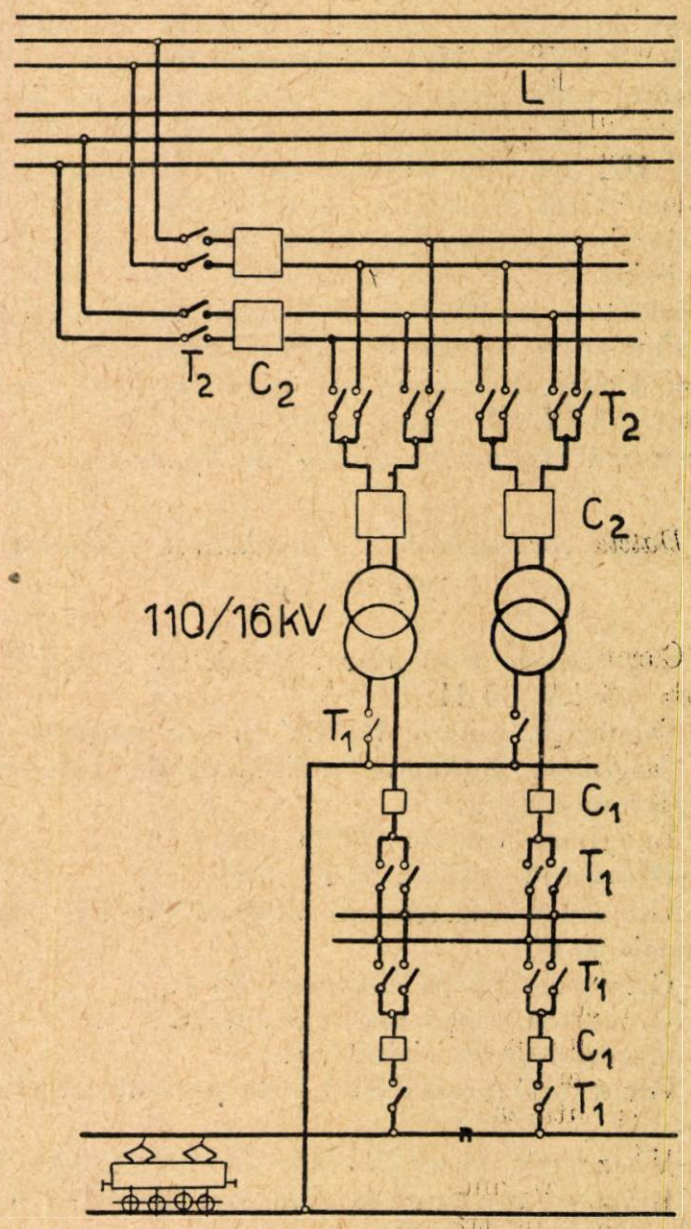


Fig. 3. — Schema de principiu a unei substații monofazate cu 50 Hz: T_2 = Separator bipolar; C_2 = Intreruptor bipolar; T_1 = Separator monopolar; C_1 = Intreruptor monopolar; L = Linia de transport trifazică 110 kV 50 Hz.

Sistemul «Kando» în care este realizată electrificarea liniei C.F. Budapesta—Hegyeshalom (190 km) se bazează oarecum pe principiul mai sus expus, adică pe rețeaua națională de transport de energie electrică în curent alternativ trifazat sub 110 kV și 50 Hz, sunt branșate succesiv la câte o fază, substații simple monofazate cu transformatori care coboară dela 110 kV, 50 Hz, la 16 kV monofazat și 50 Hz pentru linia de contact.

Fig. 3 reprezintă schema electrică de principiu a unei substații de transformare mon

fazată cu 50 Hz de pe linia Budapesta—Hegyeshalom. Distanța medie între substații 45—50 km.

Pentru siguranța în exploatare se utilizează sistemul dublu de bare.

Asupra liniei catenare, adică ansamblul de stâlpi și suspendarea cablului purtător, pendule și firul de contact propriu zis, nu insistăm întru cât nu prezintă nimic specific față de modul cum se realizează pentru celelalte sisteme.

Locomotiva electrică, tip « Kando », care reprezintă elementul specific și de altminteri delicat al sistemului, absoarbe energia electrică dela firul de contact, curent alternativ monofazat sub 16 kV, 50 Hz și îl transformă prin intermediul unui grup convertizor montat pe locomotivă, în curent alternativ trifazic sub 1000 V 50 Hz, cu care alimentează electromotoarele locomotivei și care sunt de tipul normal de inducțiune (motor asincron trifazat cu inele).

Prima locomotivă de acest fel a fost dată în exploatare în 1932 și de atunci, bineînțeles că i s'au adus o serie de îmbunătățiri, creindu-se noi tipuri. Principiul de bază la toate locomotivele fiind acelaș, vom pomeni în cele ce urmează locomotiva *Bo'Co' de tip modern.*

Datele caracteristice ale locomotivei « Kando » tip Bo' Co'

Curentul de alimentare: alternativ monofazat sub 16 kV 50 Hz.

Dispoziția osiilor: Bo' Co' (5 osii motoare în 2 boghiuri, acționate individual de câte un electromotor).

Lungimea totală: 14600 mm.

Diametrul roților: 1040 mm.

Greutatea electromotorului: 1800 kg (suspensie nas).

Greutatea părții electrice: 42 t.

Greutatea părții mecanice: 40 t.

Material de serviciu: 3 t.

Greutatea totală: 85 t (este și greutatea aderentă).

Viteze economice: 25—50—75—100—125 km/h.

Efort de tracțiune la demaraj: 21—21—16—12—9,6 t.

Idem uniorar: 13, 5—13, 5—10, 8—8, 6—6, 9 t.

Putere uniorară: 1250—2500—3000—3200 CP.

Capacitate de remorcare: tren marfă de 1500 t pe 3—4‰ cu 75 km/h; tren persoane 750 t pe 3—4‰ cu 125 km/h.

Frână recuperativă automată (simplă și bine pusă la punct în sistemul Kando).

Elementele principale ale echipamentului electric

—Convertizorul de fază și frecvență, constituind un grup unic (noutatea ce o prezintă locomotiva Bo' Co' față de celelalte, este introducerea și a unui convertizor de frecvență).

— Motoarele de tracțiune, unul de fiecare osie motoare.

— Reostat lichid, branșat la inelele colectoare ale electromotoarelor.

— Aparataj special de control și pentru circuite secundare.

Convertizorul de fază, este o mașină sincronă ce transformă curentul alternativ monofazat 16 kV, 50 Hz în curent alternativ trifazat 1000 V și 50 Hz.

Statorul are o înfășurare primară monofazată și una secundară trifazată, montate în două sisteme de crestături separate (fig. 4), primele

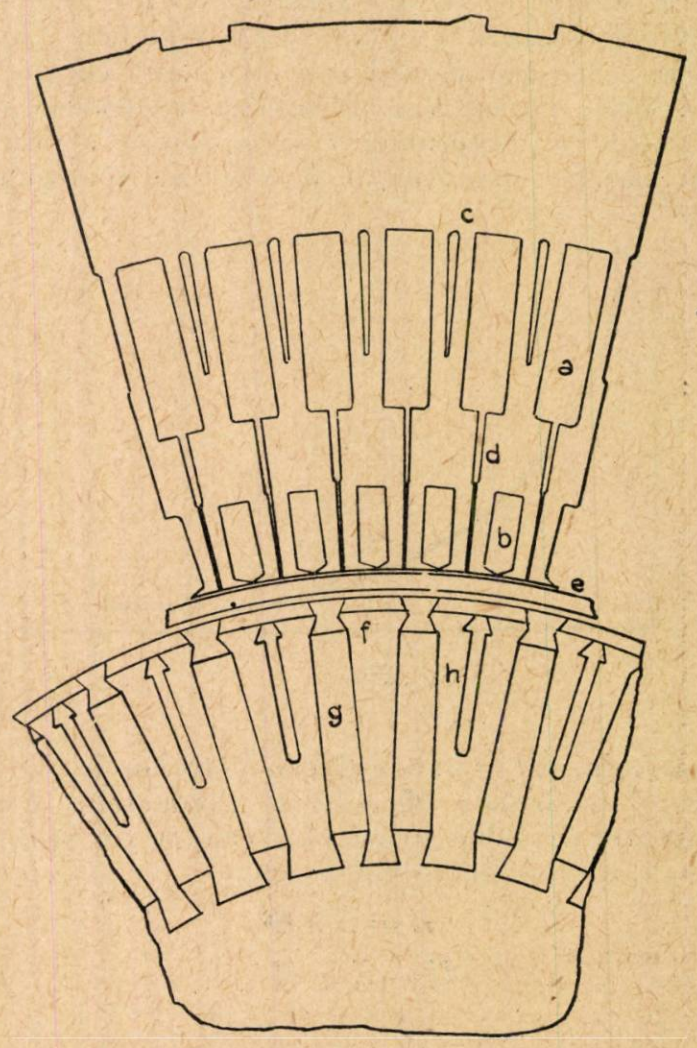


Fig. 4. — Secțiune transversală prin convertizorul de fază: *a* = Crestăturile înfășurării primare; *b* = Crestăturile înfășurării secundare; *c* = Crestături pentru uleiul de răcire; *d* = Punte pentru mărirea scăpărilor magnetice primare; *e* = Tub de bachelită pentru separarea spațiului răcit prin ulei; *f* = Bare de amortizare; *g* = Infășurarea de excitație; *h* = Tuburi pentru răcirea cu apă.

prezentând scăpări magnetice ridicate. Rezultă pe de o parte un curent de scurt circuit slab al convertizorului, iar pe de altă parte proprietatea că excitând convertizorul la cos $\varphi = 1$, tensiunea la bornele secundarului variază în raport cu sarcina. A se urmări diagrama vectorială simplificată a convertizorului de fază (fig. 5).

Această proprietate influențează foarte avantajos randamentul de exploatare al locomotivei știindu-se că numai la eforturi de tracțiune ridicate, motoarele sunt alimentate cu maximum de tensiune, în timp ce la eforturile des-

crescânde, tensiunea se diminuează și în consecință și pierderile în fier.

Infășurarea de excitație este plasată în crestăturile rotorului și este alimentată de o excitatrice.

Excitația corespunzând mersului în gol este furnizată de un redresor alimentat de un transformator, branșat pe o priză convenabilă a înfășurării primare a convertizorului de fază, iar excitația suplimentară pentru sarcină este furnizată de o înfășurare specială, alimentată deasemenea prin intermediul unui redresor, dela

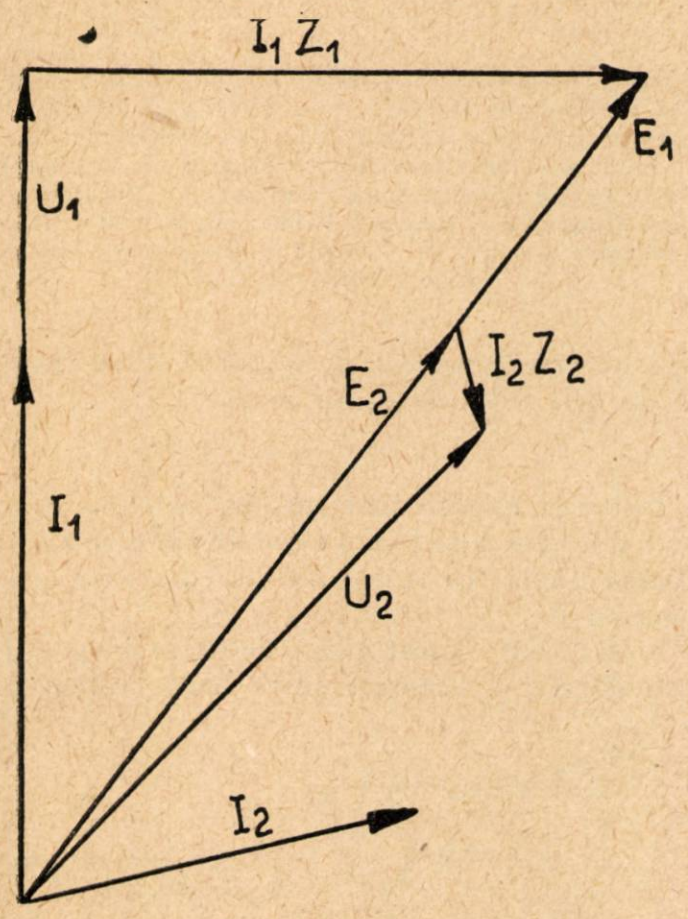


Fig. 5. — Diagrama simplificată a convertizorului de fază: U_1 = Tensiunea primară; I_1 = Curentul primar; Z_1 = Pierderi magnetice în primar; E_1 = Forța electromotoare primară; U_2 = Tensiunea secundară; I_2 = Curentul secundar; Z_2 = Pierderi magnetice în secundar; E_2 = Forța electromotoare secundară. (Tensiunile secundare sunt reprezentate la o scară mărită).

un transformator înserat în circuitul primar al convertizorului (fig. 6).

Circuitul primar al transformatorului de excitație comportă o bobină de reactanță de fier saturat, în scopul de a obține o caracteristică convenabilă a curbei de excitație.

Convertizorul de frecvență, este o mașină de inducție trifazată cu inele, a cărei înfășurare primară este alimentată de convertizorul de fază prin curent de 50 Hz, iar secundarul furnizează curent la electromotoare, de frecvență

$$f_2 = f_1 \frac{n_s - n}{n_s}$$

unde: $f_1 = 50$ Hz constant; n_s = turația de sincronism; n = turația reală.

Convertizorul de frecvență este acționat cu viteză constantă de convertizorul de fază cu care este acuplat.

Diferența variabilă între n_s și n se obține prin schimbarea numărului de poli și a sensului de rotație al câmpului convertizorului de frecvență.

Convertizorul de fază fiind cu 4 poli, numărul constant de ture al convertizorului de frecvență va fi $n = 1500$ ture/min.

Se pot face următoarele combinațiuni:

a) In cazul când înfășurarea convertizorului de frecvență este în conexiune cu 2 poli și sensul de rotație al câmpului este identic cu cel rotoric, $n_s = 3000$ t/min, iar statorul alimentat cu 50 Hz de convertizorul de fază, rotorul con-

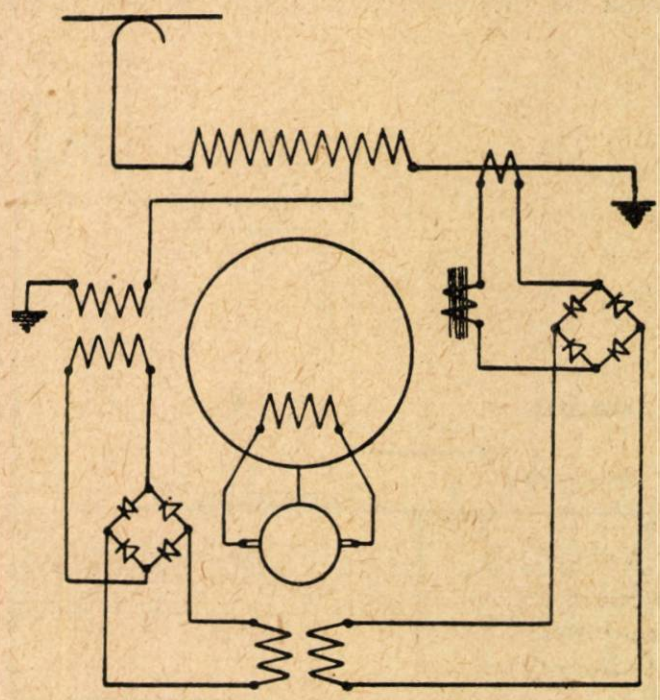


Fig. 6. — Excitația convertizorului de fază: Excitația în gol și cea suplimentară sunt stabilite astfel ca factorul de putere primar al convertizorului să rămână 1, adică cos $\varphi = 1$, independent de sarcină.

vertizorului de frecvență furnizează motoarelor curent de frecvență $f_2 = 50 \frac{3000 - 1500}{3000} = 25$ Hz.

b) Curentul de 50 Hz este furnizat direct de convertizorul de fază

$$f_2 = f_1 = 50 \text{ Hz}$$

c) Cu înfășurările dispuse ca în cazul *a*, iar sensul de rotație al câmpului, opus celui rotoric ($n_s = -3000$), se obține

$$f_2 = 50 \frac{-3000 - 1500}{-3000} = 75 \text{ Hz.}$$

d) Realizând 4 poli la înfășurarea convertizorului de frecvență ($n_s = 1500$), iar sensul câmpului ca în cazul *c*

$$f_2 = 50 \frac{-1500 - 1500}{-1500} = 100 \text{ Hz}$$

e) Convertizorul de frecvență este înzestrat și cu o înfășurare hexapolară, în care caz $n_s = -1000$, iar

$$f_2 = 50 \frac{-1000 - 1500}{-1000} = 125 \text{ Hz}$$

Cu motoarele de tracțiune, care sunt de tip normal de inducție cu inele, având 6 poli și 2500 t/min, alimentate sub 25 — 50 — 75 — 100 — 125 Hz, raportul angrenajelor și diametrul roților — motoare special dimensionate, locomotiva Bo′ Co′ prezintă 5 caracteristice de viteză economice, corespunzătoare la respectiv 25 — 50 — 75 — 100 — 125 km/h.

Dela o treaptă de viteză la alta se trece prin intermediul unui *reostat lichid*, care este deasemenea un element caracteristic al locomotivei.

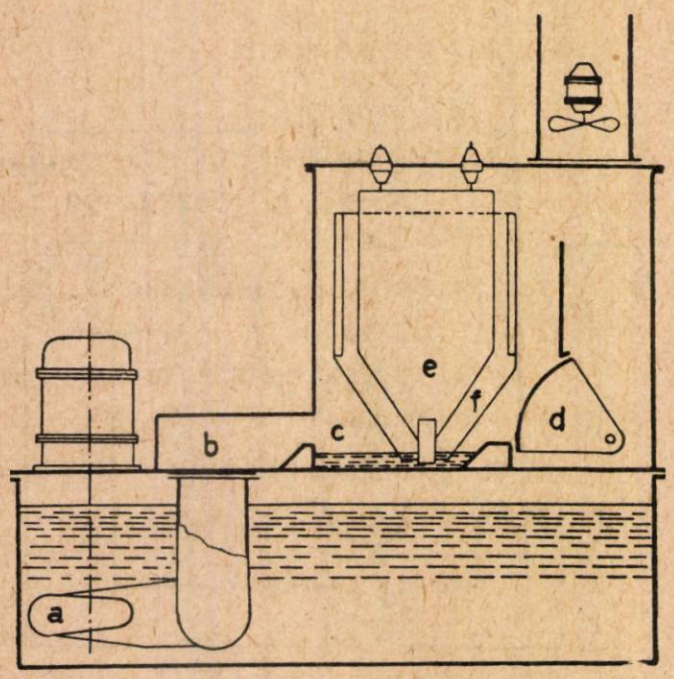


Fig. 7. — Dispoziția schematică a reostatului lichid: *a* = Pompa de circulație; *b* = Cameră de refulare; *c* = Camera electrozilor; *d* = Vană; *e* = Electrozi sub tensiune; *f* = Electrozi puși la pământ.

El prezintă 15 poli pentru ca inelele fiecărui motor să poată fi legate la un grup separat de electrozi.

Figura Nr. 7 reprezintă dispoziționea schematică a reostatului lichid.

Schema electrică simplificată a circuitului principal al locomotivei Bo′ Co′, pentru treptele de viteză III—IV—V se poate urmări pe fig. 8.

Celelalte elemente ale locomotivei ca: pantografele, circuitele secundare, disjunctorul, precum și partea mecanică nu prezintă ceva deosebit față de tipurile uzuale de curent continuu sau curent monofazat $16^2/_3$ Hz.

In privința conducerii locomotivei, facem numai menționea specială că punerea ei în funcțiune se face ceva mai dificil ca la tipurile uzuale, din pricina primei operațiuni de lansare a convertizorului (cca 2—3 minute), care se face prin intermediul convertizorului de frecvență al cărui rotor conectat în monofazat cu înfășurarea auxiliară, este branșat în acest scop pe o priză convenabilă a înfășurării convertizorului de fază și pe o rezistență de defazaj, iar statorul scurtcircuitat prin intermediul reostatului lichid, ca în fig. 9.

Deasemenea mecanicul este obligat să facă un surplus de operații atunci când locomotiva trece sub secțiile de separație între alimentările dela două substații vecine.

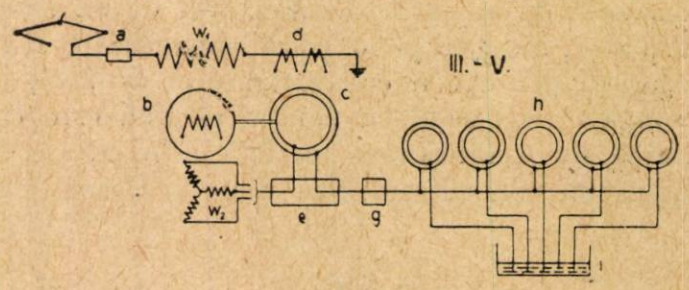


Fig. 8. — Schema simplificată a circuitului principal al locomotivei Bo′ Co′: *a* = Intreruptor principal; *b* = Convertizor de fază; *c* = Convertizor de frecvență; *d* = Transformator de măsură; *e* = Aparataj de control; *f* = Inversor de mers; *g* = Motoare de tracțiune; *h* = Reostat lichid; w_1 = Infășurarea primară a conv. de fază; w_2 = Infășurarea secundară a conv. de fază.

*

Din cele expuse mai sus, pe scurt și principial, referitor la sistemul « Kando » pentru electrificarea liniilor de cale ferată, se desprind următoarele:

1. Intrucât substațiile de tracțiune sunt monofazate și branșate între fazele rețelei trifazice, loviturile de sarcină monofazate provocate de exploatare, au o influență de desechilibrare a rețelei trifazice de transport, mai cu seamă în cazul unui grafic de mers nepus la punct prea riguros.

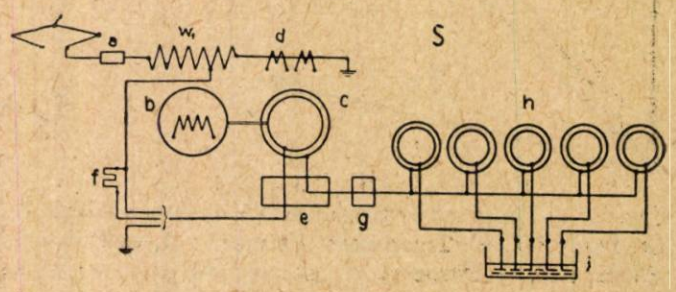


Fig. 9. — Schema simplificată a circuitului principal: al locomotivei Bo′ Co′ pentru poziția de lansarea convertizorului de fază. (Aceeaș legendă ca la fig. 8 — *f* = Rezistență de defazaj).

Observatorii sistemului « Kando » din Ungaria pretind că în rețeaua trifazată 3 × 110 kV, din care se alimentează linia C. F. Budapesta—Hegyeshalom, nu au fost percepute loviturile monofazate ale tracțiunii, chiar în perioada când această linie era alimentată de un singur alternator de 26000 kVA. Aparatele de măsură din centrală abia percepeau desechilibrul.

2. Locomotiva Kando, din pricina convertizorului de fază și frecvență (o masă apreciabilă rotativă) și a reostatului lichid, pare prea complicată și până în prezent nu i s'a acordat prea

multă încredere în alte părți, nefiind considerată ceva robust așa cum cere o exploatare feroviară.

In plus, din pricina dublei transformări a energiei electrice pe locomotivă, la prima vedere se pare că randamentul este scăzut.

Amintim că rezultatele consumației de energie electrică în serviciul ungar, sunt dintre cele mai favorabile, datorită în primul rând randamentului ridicat al motoarelor de inducțiune și în al doilea rând faptului că convertizorul de fază lucrând sub cos $\varphi = 1$, cu toată distanța mare între substații, 45—50 km, căderile de tensiune sunt neînsemnate.

3. Linia Budapesta—Hegyeshalom fiind o linie de șes, ea prezentând ca declivitate maximă $6^0/_{00}$, suntem tentați a crede că locomotiva Kando se pretează pentru un serviciu pe astfel de linii.

Intreprinderea care a realizat locomotiva Bo′ Co′, pretinde că două astfel de locomotive cuplate, pot desvolta un efort de tracțiune la limita atelajelor normalizate în Europa. Deci în acest caz, pare bună și pentru satisfacerea exigențelor de tracțiune pe liniile grele de munte.

4. Departamentul C. F. Ungare a hotărît extinderea sistemului «Kando» pentru electrificarea tuturor liniilor ce intră în Budapesta. Drept prim pas al acestui proiect s'a început electrificarea unei linii de 185 km lungime, dela Budapesta spre Diosgyör în Munții Tatra, deci o cale ferată de munte.

ВЕНГЕРСКАЯ СИСТЕМА КАНДО ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Резюме

Электрификация венгерских железных дорог произведена по методу Ганц-Кандо, т. е. однофазным переменным током, на контактной сети в 16 кв. и 50 нер/сек.

Подстанциями тяги являются обыкновенные однофазные трансформаторы.

Каждая подстанция соединена попеременно между двумя фазами трехфазной передаточной сети.

Современный электрический паровоз типа Bo′ Co′ снабжен преобразователем фаз и частоты (получает однофазный ток в 50 пер/сек. и переобразовывает его в трехфазный ток, разной частоты).

Электрические моторы асинхронного, трехфазного типа с кольцами.

Регулировка скорости производится путем изменения частоты на 25—50—75—100—125 пер/сек. и при помощи жидкого реостата, соединенного с кольцами мотора.

CONSIDERAȚIUNI ASUPRA STABILITĂȚII INTERCONEXIUNII UZINELOR ȘI REȚELELOR

de *ing. EUGENIU PAVEL*

INTRODUCERE

Problema interconexiunii uzinelor și rețelelor capătă o importanță din ce în ce mai mare în țara noastră, în urma desvoltării industriilor în general și a industriei energetice în special, în cadrul ultimelor planuri economice anuale, și mai ales în cadrul Planului de Electrificare a țării: «Prin folosirea tehnicii moderne a transporturilor de energie și a legăturilor dintre centrale prin linii de înaltă tensiune — spune tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej, în Raportul asupra Planului de Electrificare — se va putea transporta energia din regiunile excedentare în cele deficitare».

Unele aspecte ale acestei probleme au fost neglijate până în prezent, atât din cauza lipsei posibilităților unor lucrări ample și dirijate de interconexiune (lipsă specifică sistemului anarhic capitalist) cât și din cauza lipsei experienței și practicii.

Transportul energiei electrice la distanță, mersul în paralel al uzinelor, interconexiunea rețelelor, sunt probleme de o mare importanță pentru desvoltarea industriei noastre electroenergetice.

Cunoașterea perfectă a fenomenelor ce intervin în funcționarea uzinelor și rețelelor interconectate este necesară atât inginerului proiectant, cât și inginerului de exploatare, pentru a putea lua anticipat măsurile corespunzătoare unei perfecte exploatări.

Problema stabilității interconexiunilor de uzine și rețele este o ramură importantă a problemei mai generale a interconexiunii.

Problema este foarte vastă și în lucrarea de față vom face numai câteva considerațiuni, din care să apară importanța ei și necesitatea ca cercetările în acest domeniu să fie amplificate.

Înțelegem prin «stabilitate» posibilitatea complexelor electrice (uzine și rețele) de a-și menține funcționarea în paralel în condiții date de frecvență și tensiune, când impedanțele interioare iau anumite valori particulare.

Distingem:

— Stabilitatea statică, stabilitatea dinamică și stabilitatea artificială.

A. STABILITATEA STATICĂ

Prin stabilitate statică înțelegem stabilitatea complexelor electrice în cazul variațiilor foarte lente de regim, astfel încât să putem neglija complet efectele oscilațiilor pendulare.

Cu alte cuvinte, în stabilitatea statică fenomenele se petrec ca și cum mașinile generatoare ar avea o sensibilitate foarte mare a regulatorilor.

In acest caz se neglijează fenomenul mecanic și se are în vedere numai fenomenul pur electric.

— Expresia puterii.

Intr'un circuit de curent alternativ compus din generator, transformatori, linii, etc. se poate simplifica schema circuitului ca în figura alăturată în care E este forța electromotrice a generatorului, X reactanța echivalentă a ansamblului circuitului, iar U este tensiunea la capătul liniei.

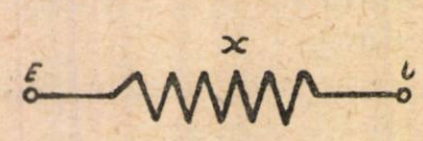


Fig. 1.

Diagrama alăturată din fig. 2 ne arată reprezentarea acestor elemente, în cazul când neglijăm rezistența ohmică a circuitului. Din punct de vedere practic neglijarea rezistențelor ohmice este posibilă.

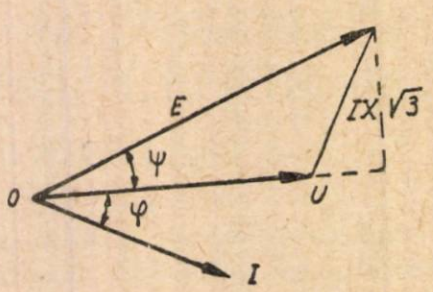


Fig. 2.

Este evident în fig. 2 că:

$$E \sin \psi = \sqrt{3}\, I\, X \cos \varphi$$

sau

$$\frac{U\, E \sin \psi}{X} = \sqrt{3}\, U\, I \cos \varphi$$

Deci puterea wattată a unui circuit poate fi exprimată prin:

$$P = \frac{U\, E \sin \psi}{X} \qquad (1)$$

Această expresie ne arată că dacă tensiunea U la capătul circuitului precum și excitația generatorului se mențin constante, puterea debitată pe circuit poate varia în funcție de unghiul ψ și anume după o sinusoidă (fig. 3). Dacă circuitul are numai un generator, unghiul ψ de decalaj între E și U ar corespunde practic unghiului geometric δ între poziția relativă a câmpului rotorului în sarcină față de poziția pe care ar avea-o în mers în gol, relația între ψ și δ fiind evident:

$$\delta = \frac{\psi}{b}$$

în care b este numărul de perechi de poli.

Desigur că în momentul când va apare o creștere de putere, rotorul generatorului va tinde să întârzie, ceea ce va aduce o mărire a unghiului δ și deci a unghiului ψ.

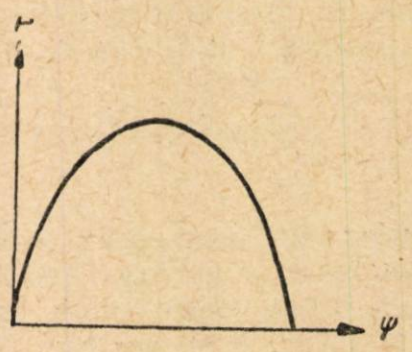


Fig. 3.

Dacă în expresia puterii arătată mai sus la o variație pozitivă a unghiului ψ corespunde o variație pozitivă a puterii active, stabilitatea este asigurată, mașina putând prelua noua sarcină cerută. In cazul contrar alternatorul va decroșa.

Cu alte cuvinte stabilitatea este asigurată când:

$$\frac{\Delta P}{\Delta \psi} > 0$$

sau trecând la limită, când

$$\frac{dP}{d\psi} > 0$$

Dar:

$$\frac{dP}{d\psi} = \frac{EU}{X} \cos \cdot \psi$$

Această expresie se numește puterea sincronizantă și este pozitivă pentru ψ variind dela 0 la $\frac{\pi}{2}$.

Aceasta înseamnă că stabilitatea statică a unui alternator este asigurată pentru decalaje geometrice relative ale rotorului față de poziția de mers în gol pentru:

$$0 < \delta < \frac{\pi}{2b}$$

Accentuăm că puterea sincronizantă deci stabilitatea este maximă pentru $\psi = 0$ și minimă pentru $\psi = \frac{\pi}{2}$.

CALCULUL STABILITĂŢII STATICE

Exemplu: Problema stabilităţii statice a unui circuit electric se rezolvă cercetând, pentru o anumită stare de funcţionare, limita maximă a puterii, precum şi coeficientul de rezervă a stabilităţii. Se preferă calculul în unităţi relative.

Vom lua un exemplu oarecare numeric pentru a ne da seama de mersul calculelor. Este vorba de un generator care debitează într'un sistem de bare de putere infinită.

Se cere să se găsească limita maximă a puterii, precum şi rezerva de stabilitate în exemplul dat în schema din figura 4 (sistem trifazat).

Tensiunea receptorului în unităţi relative va fi:

$$u_0 = U_0 \cdot K \cdot \frac{1}{U_B} = 110.10^3 \cdot \frac{60.10^3}{110.10^3} \cdot \frac{1}{60.10^3} = 1$$

Puterea transmisă receptorului în unităţi relative este:

$$p_0 = \frac{P_0}{P_B} = \frac{4500 \times 10^3}{4500 \times 10^3} = 1$$

Puterea dewattată transmisă:

$$q_0 = p_0 \operatorname{tg} \varphi_0 = 1 \times 0{,}2 = 0{,}2$$

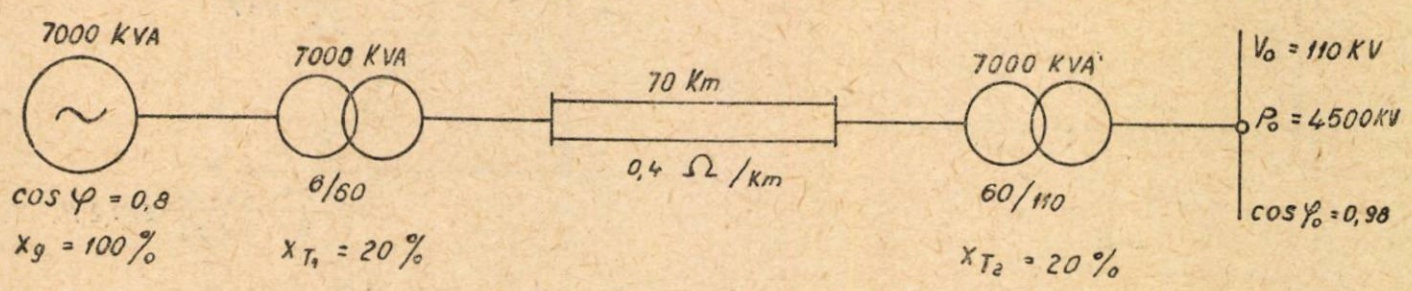


Fig. 4.

Pentru calculul în unităţi relative vom lua ca unităţi bază:

$U_B = 60$ kV

$P_B = 4500$ kW

$$I_B = \frac{P_B}{\sqrt{3}\, U_B} = \frac{4500 \times 10^3}{\sqrt{3} \cdot 60 \times 10^3} = 43 \text{ A}$$

$$Z_B = \frac{U_B^2}{P_B} = \frac{(60 \times 10^3)^2}{4500 \times 10^3} = 800\ \Omega$$

Calculul impedanţelor (în calcule se neglijează rezistenţele ohmice, iar schema se reduce la schema echivalentă în 60 kV).

a) Generator (reactanţa sincronă).

$$X_g = \frac{X_g}{100} \cdot \frac{U^2}{P} k^2 \frac{P_B}{U_B^2} = \frac{100}{100} \cdot \frac{(6.10^3)^2}{7000.10^3} \times$$

$$\times \left(\frac{60.10^3}{6.103}\right)^2 \left(\frac{4500 \times 10^3}{(60.10^3)^2}\right)^2 = 0{,}643$$

b) Linia.

$$\frac{X_1}{2} = \frac{1}{2} 70 \times 0{,}4 \frac{4500 \times 10^3}{(60 \times 10^3)^2} = 0{,}018$$

c) Transformatori.

$$X_{T_1} = \frac{X_{T_1}}{100} \cdot \frac{U^2}{P} \cdot \frac{P_B}{U_B^2} = \frac{20}{100} \cdot \frac{(60.10^3)^2}{7000 \times 10^3} \cdot \frac{4500.10^3}{(60.10^3)^2}$$

$$X_{T_1} = 0{,}129$$

In acest caz, schema se reduce la cea din fig. 5.

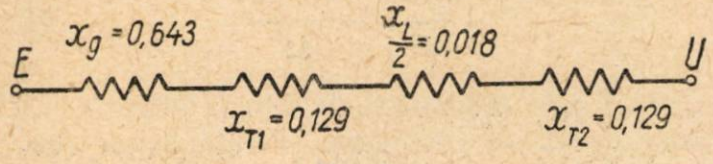


Fig. 5.

Suma impedanţelor este: $x = 0{,}643 + 0{,}129 + 0{,}018 + 0{,}129 = 0{,}919$.

Determinarea forţei electromotrice aparente a generatorului se face precum urmează:

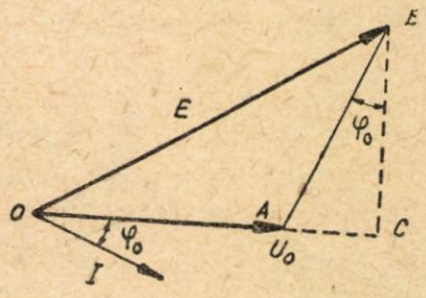


Fig. 6.

Din fig. 6 avem evident între faze:

$$AC = \frac{q_0 \cdot x}{u_0} = i\, x \sin \varphi_0$$

$$BC = \frac{p_0\, x}{u_0} = i\, x \cos \varphi_0$$

Deci:

$$e = \sqrt{\left(u_0 + \frac{q_0\, x}{u_0}\right)^2 + \left(\frac{P_0 x}{u_0}\right)^2}$$

$$e = \sqrt{\left(1 + \frac{0{,}2.0{,}919}{1}\right)^2 + \left(\frac{1.0{,}919}{1}\right)^2} = 1{,}5$$

Puterea maximală stabilă rezultă astfel:

$$p_m = \frac{e\, u_0}{x} = \frac{1{,}5.1}{0{,}919} \simeq 1{,}65$$

Coeficientul de rezervă a stabilităţii statice se obţine din formula:

$$K = \frac{P_m - P_0}{P_0} = \frac{1{,}65 - 1}{1} = 0{,}65$$

In figura 7 se indică punctul de funcţionare al sistemului.

$$\sin \psi_0 = \frac{1}{1{,}65} = 0{,}606 \quad \psi_0 = 37^\circ$$

Revenind la unităţile practice găsim că

$$P_m = 1{,}65 \times 4500 = 7420 \text{ kW}$$

adică stabilitatea este asigurată pentru valori până la 7420 kW şi cu un coeficient de rezervă de 0,65.

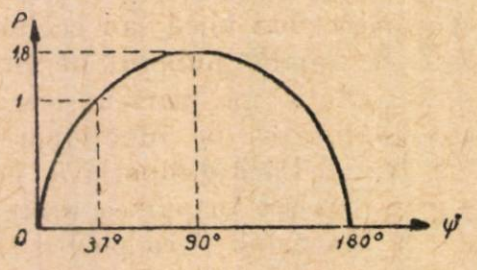


Fig. 7

Fig. 7.

In exemplul de calcul de mai sus am considerat că alternatorul are întrefierul uniform, ceea ce se întâmplă la maşinile cu poli înecaţi (în general la turbo-alternatori).

La acestea, reluctanţele circuitelor magnetice tăiate de fluxul direct şi transversal sunt egale.

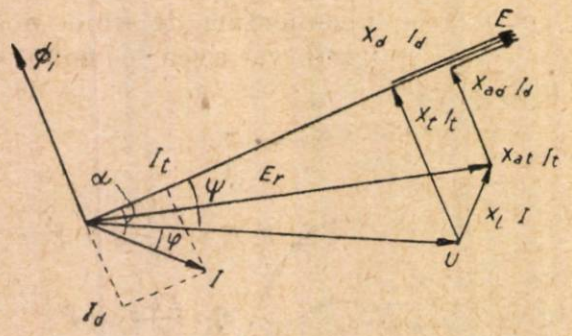


Fig. 8.

Calculul se complică în cazul alternatorilor cu poli aparenţi, când ţinem seama de diferenţele între reactanţele directe şi transversale. Să notăm:

X_{ad} = reactanţa directă a indusului;
X_{at} = reactanţa transversală;
X_L = reactanţa de scăpări;
$X_d = X_L + X_{ad}$ = reactanţa directă sincronă;
$X_t = X_L + X_{at}$ = reactanţa sincronă transversală. Vom avea:

$$P = UI \cos \varphi = U\, I \cos (\alpha - \psi)$$

$$P = I \cos \alpha\, U \cos \psi + I \sin \alpha\, U \sin \psi =$$
$$= I_t U \cos \psi + I_d\, U \sin \psi.$$

In figură avem evident:

$$X_t\, I_t = U \sin \psi$$

$$E - X_d\, I_d = U \cos \psi$$

$$I_t = \frac{U \sin \psi}{X_t} \quad I_d \frac{E - U \cos \psi}{X_d}$$

Deci:

$$P = \frac{U^2}{X_t} \sin \psi \cos \psi + \frac{EU}{X_d} \sin \psi - \frac{U^2}{X_d} \sin \psi \cos \psi$$

sau

$$P = \frac{E\,U}{X_d} \sin \psi + \frac{U^2}{2} \cdot \frac{X_d - X_t}{X_d\, X_t} \sin 2\psi$$

Expresia ne arată că peste forma obişnuită a caracteristicei puterii se adaugă ultimul termen care modifică alura curbei (fig. 9).

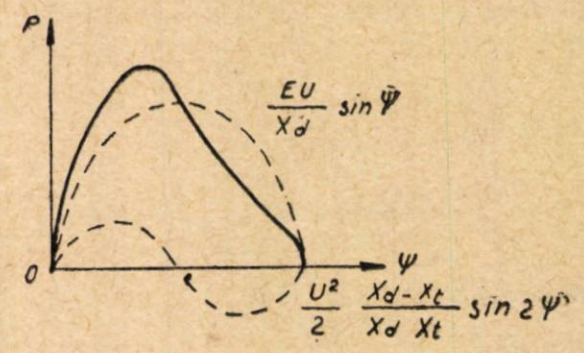


Fig. 9.

Menţionăm că în general în cazul uzinelor noastre interconectate studiul stabilităţii statice se poate face pe scheme echivalente analoage celei de mai sus pentru fiecare uzină în parte.

B) STABILITATEA DINAMICĂ

Prin stabilitate dinamică înţelegem stabilitatea complexelor electrice în cazul variaţiilor rapide de regim. In acest caz problema nu mai are un aspect pur electric, deoarece limita puterii depinde nu numai de regimul iniţial de funcţionare şi de natura perturbaţiilor, ci şi de caracteristicele mecanice ale maşinilor, de inerţia lor, de regulatorii de viteză, etc.

Cazurile de variaţii rapide ale regimului unui complex electric de uzine şi reţele se întâlnesc des în practică şi de aceea problema stabilităţii dinamice are o importanţă foarte mare.

In cele ce urmează pentru simplificare vom considera complexele electrice reduse la scheme echivalente ca în fig. 1.

Dacă în sistemul de transmisie de putere electrică apare o variaţie bruscă de regim, care antrenează o variaţie bruscă de putere a alternatorului, maşina primară (turbina, motorul, etc.) nu o poate prelua decât cu o întârziere, din cauza inerţiei regulatoarelor de viteză.

In acest caz creşterea cuplului va fi acoperită prin variaţia vitezei corpurilor în rotaţie, după legea fundamentală a dinamicei şi anume:

$$I \frac{d^2\delta}{dt^2} = \frac{P_1 - P}{\Omega} \qquad (3)$$

în care I este momentul de inerţie al rotorului, δ este decalajul geometric al câmpurilor rotorice definite ca mai sus.

P_1 este puterea instantanee cerută, iar P este puterea debitată de maşina motor.

Dacă mașina mai are un sistem de amortizare a oscilațiilor, atunci formula devine:

$$I\frac{d^2\delta}{d_t^2}+A\frac{d\,\delta}{d_t}=\frac{P_1-P}{\Omega}$$

în care A este coeficientul de amortizare. Neglijând amortizarea, din formula (3) putem calcula deplasarea unghiulară geometrică (δ), sau respectiv deplasarea electrică între cele două mărimi E și U (ψ).

$$\frac{d\delta}{dt}=\frac{1}{\Omega I}\int(P_1-P)\,dt$$

sau

$$\delta=\frac{1}{\Omega I}\int\left[\int(P_1-P)\,dt\right]dt$$

cum

$$\psi=b\,\delta$$

avem:

$$\psi=\frac{b}{\Omega I}\int\left[\int(P_1-P)\,dt\right]dt \qquad (4)$$

Prin definiție, numim constanta de inerție a alternatorului expresia:

$$M=\frac{I\Omega^2}{P_N}$$

în care P_N este puterea nominală. (Constantele de inerție au valori până la 15 pentru turboalternatori termici și 5—6 pentru turboalternatori hidraulici).

Deci vom avea:

$$\psi=\frac{b\,\Omega}{M\,P_N}\int\left[\int(P_1-P)\,dt\right]dt \qquad (5)$$

Bineînțeles, formulele (4) și (5) sunt calculabile numai dacă cunoaștem variația lui P în funcție de timpul t.

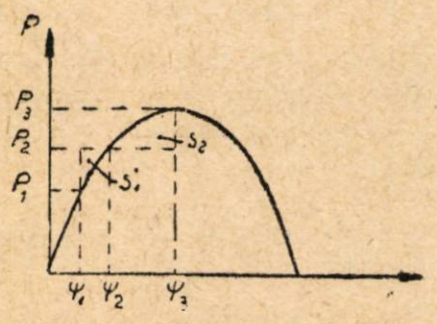


Fig. 10.

Vom da mai jos un exemplu practic asupra felului cum se calculează valoarea lui ψ.

Variațiile de regim rapide care pot apare într'un complex electric, sunt în general:

a) supra-încărcările brusce; *b)* deconectările liniilor și *c)* scurtcircuitele.

a) *Supraîncărcările brusce.* Dacă în sistemul de transmisie (fig. 10) apare o supraîncărcare, bruscă, atunci conform celor arătate mai sus, rotorul alternatorului va tinde să ia noua poziție corespunzătoare noului decalaj între E și U și anume ψ_1.

Energia cinetică înmagazinată de rotor în timpul mișcării relative face ca el să depășească poziția corespunzătoare unghiului ψ_2, ajungând în poziția corespunzătoare unghiului de decalaj ψ_3, după care rotorul va executa mișcări pendulare relative față de viteza de sincronism, pendulări care se vor amortiza mai repede sau mai încet.

Poziția corespunzătoare unghiului ψ_3 se va găsi așa fel, încât suprafața S_2 să fie cel mult egală cu S_1.

In acest caz, dacă puterea P_3 corespunzătoare unghiului ψ_3 este mai mică sau cel mult egală cu puterea maximală, punctul de funcționare respectiv găsindu-se pe partea ascendentă a sinusoidei, stabilitatea de funcționare a sistemului se menține. Dacă dimpotrivă, punctul de funcționare se găsește în partea descendentă a sinusoidei, P_3, depășind — ca poziție — puterea P_2, alternatorul va decroșa. Calculul stabilității în cazul supraîncărcărilor brusce se face verificând egalitatea suprafețelor S_1 și S_2.

b) Deconectările liniilor. Deconectarea unei linii electrice într'un sistem complex aduce în general mărirea bruscă a reactanței complexului electric respectiv. Deci în formula:

$$F=\frac{E\,U}{X}\sin\psi$$

variază numitorul.

In cazul unei deconectări de linie, noua caracteristică a puterii va avea o nouă amplitudine (fig. 11).

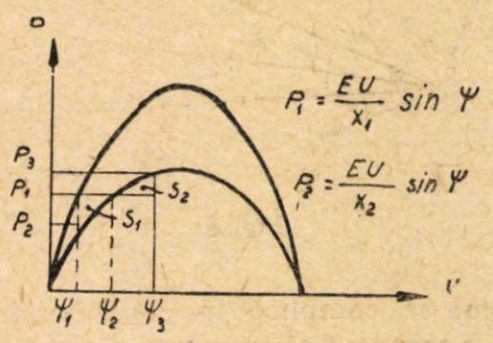


Fig. 11.

Presupunem că puțin înainte de momentul deconectării liniei respective complexul electric (redus la schema simplă echivalentă) transportă puterea P_1 corespunzătoare pe diagramă pentru reactanța X_1 la unghiul ψ_1.

In momentul declanșării uneia din linii, reactanța echivalentă a complexului trece dela valoarea X_1 la valoarea X_2 corespunzătoare noii situații.

Rotorul alternatorului se găsește în poziția corespunzătoare unghiului ψ_1, care pe noua caracteristică corespunde puterii $P_2<P_1$. Deci rotorul va avea o mișcare relativă de rotație pentru a ajunge în poziția corespunzătoare lui ψ_2. In mișcarea relativă însă va depăși ψ_2 până în poziția corespunzătoare lui ψ_3, astfel ca cele două suprafețe hașurate S_1 și S_2 (fig. 11) să fie egale. Rotorul va mai avea mișcări pendulare

relative, amortizate mai repede sau mai încet până la stabilirea în noua poziție corespunzătoare lui ψ_2.

c) Scurtcircuitul. Scurtcircuitele simetrice sau nesimetrice provoacă deasemeni variații de reactanță în formula puterii.

Ele vor fi studiate în mod analog ca la cazul deconectărilor de linii.

* * *

Pentru a exemplifica și a arăta mersul calculelor în cazul stabilității dinamice, vom relua exemplul dat la studiul stabilității statice.

Presupunem că în circuitul arătat în fig. 4 se întâmplă un scurtcircuit bifazic la pământ la una din plecările celor două linii puse în paralel (fig. 12), pe care îl eliminăm apoi prin deconectarea liniei respective.

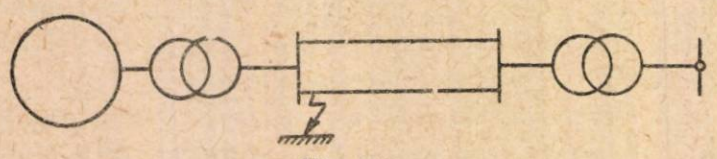


Fig. 12.

Se cere să se stabilească timpul după care linia scurtcircuitată trebue scoasă din funcțiune pentru ca stabilitatea să se mențină, precum și noua poziție de stabilitate.

Vom cerceta cele trei faze ale fenomenului:
faza dinaintea scurtcircuitului;
faza din timpul scurtcircuitului;
faza de după deconectarea liniei scurtcircuitate.

* * *

Inainte de a intra în detalii vom aminti că, în cazul calculului stabilității statice, forța electromotoare a alternatorului, care apare în formula puterii, este forța electromotoare aparentă, care rămâne constantă în cazul variațiilor lente de regim.

Când este vorba de o perturbație de foarte scurtă durată, deci în cazul problemei stabilității dinamice, reacțiunea indusului nu are timp să se manifeste (din cauza inerției magnetice

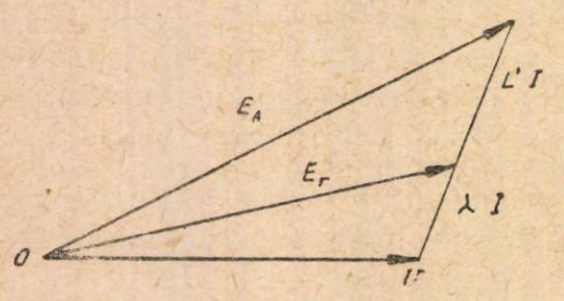


Fig. 13.

a fierului). Fluxul direct care traversează masa polilor și circuitul inductor, are efect de amortizare, producând curenți ce tind să se opună variației lui. In acest caz dacă curentul de excitație se menține constant, numai forța electromotoare internă va rămâne deasemeni constantă. Deci în calcule va trebui să considerăm reactanța λ corespunzătoare fluxului de scăpări, precum și forța electromotoare internă E_r, care rămân constante.

* * *

Pentru calcule, în afară de datele arătate în fig. 4, se mai dau următoarele mărimi cunoscute (necesare calculului în componente simetrice ale regimului desechilibrat).

Reactanța de scăpări a alternatorului:

$$X_{gd} = 30\%$$

Reactanța corespunzătoare succesiunii inverse a fazelor generatorului

$$X_{gi} = 40\%$$

Constanta de inerție a generatorului: $M = 7$ s.

Vom face calculele în unități relative pe schema echivalentă în 60 kV.

In acest caz:

$$X_{gd} = \frac{X_{gd}}{100}\frac{P_B}{Pn}\frac{U^2n}{U^2_B}k^2 = \frac{30}{100}\frac{4500}{7000}\left(\frac{6\times10^3}{60\times10^3}\right)^2 \times$$

$$\times\left(\frac{60\times10^3}{6\times10^3}\right)^2$$

$$X_{gd} = 0{,}193$$

$$X_{gi} = \frac{X_{gi}}{100}\frac{P_B}{P_n}\frac{U_n}{U^2_B}K^2 = \frac{40}{100}\frac{4500}{7000}\times$$

$$\times\left(\frac{6\times10^3}{60\times10^3}\right)^2\left(\frac{60\times10^3}{6\times10^3}\right)^2$$

$$X_{gi} = 0{,}257$$

Reactanțele directe, inverse și omopolare ale transformatorilor sunt egale din cauza simetriei, respectiv:

$$X_{T1d} = 0{,}129 \quad X_{T1i} = 0{,}129 \quad X_{T1h} = 0{,}129$$
$$X_{T2d} = 0{,}129 \quad X_{T2i} = 0{,}129 \quad X_{T2h} = 0{,}129$$

In cazul liniilor, reactanțele directe și inverse sunt egale din cauza simetriei. Reactanța omopolară este corespunzătoare reactanței monofazate adică:

$$\frac{x_{Ld}}{2} = 0{,}018\ \frac{x_{Li}}{2} = 0{,}018\ \frac{x_{Lh}}{2} = 3{,}5\times0{,}018 =$$

$$= 0{,}063$$

FAZA DINAINTEA SCURTCIRCUITULUI

Schema redusă în regim normal, înaintea scurtcircuitului, este cea din fig. 14.

Vom considera în calcule, conform celor arătate mai sus, forța electromotoare interioară (Er) în loc de cea aparentă. Deasemeni vom socoti că transformatoarele au neutrul pus la pământ pe partea de 60 kV.

$$x = x_g + x_1 + \frac{x_L}{2} + x_{T_2} = 0{,}193 + 0{,}129 +$$

$$+ 0{,}018 + 0{,}129 = 0{,}469$$

Analog cu primul exemplu:

$$e_r = \sqrt{\left(U_0 + \frac{q_0 x}{U_0}\right)^2 + \left(\frac{P_0 x}{U_0}\right)^2} =$$

$$= \sqrt{\left(1 + \frac{0{,}2 \times 0{,}469}{1}\right)^2 + \left(\frac{1 \times 0{,}469}{1}\right)^2} = 1{,}19$$

$$\operatorname{tg} \psi_1 = \frac{\frac{P_0 x}{u_0}}{U_0 + \frac{q_0 x}{U_0}} = \frac{0{,}469}{1{,}094} = 0{,}428$$

$$\psi_1 = 23^0\ 10' = 23,\ 17^0$$

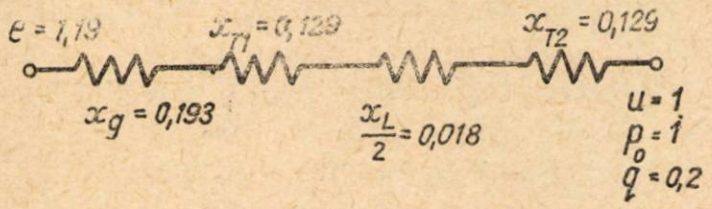


Fig. 14.

Amplitudinea caracteristicei puterii în faza premergătoare este:

$$P_m I = \frac{e_r' u}{X} = \frac{1{,}19 \times 1}{0{,}469} = 2{,}54$$

FAZA DIN TIMPUL SCURTCIRCUITULUI

Scurtcircuitul fiind prin ipoteză nesimetric (2 faze la pământ), va trebui să introducem în calcule componentele simetrice.

Conform regulilor de calcul cu componente simetrice vom avea cele trei scheme fictive corespunzătoare componentelor directe, inverse și

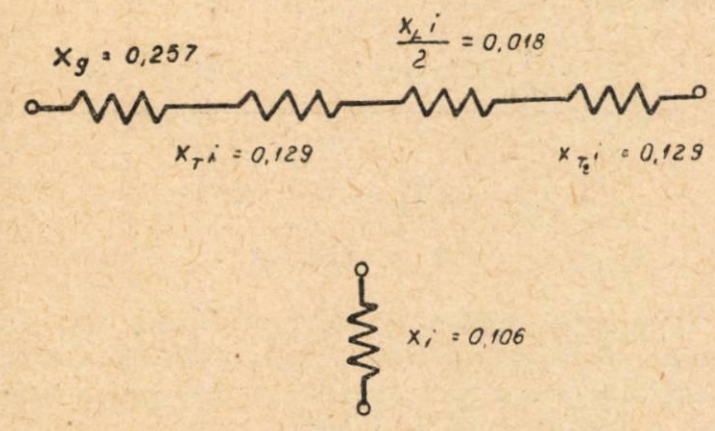


Fig. 15.

omopolare. Fig. 15 reprezintă schema componentelor inverse, precum și schema redusă echivalentă.

$$x_i = \frac{(x_{gi} + x_{T_1 i})\left(\frac{X_{Li}}{2} + X_{T2i}\right)}{(x_{gi} + x_{T_1 i}) + \left(\frac{x_{Li}}{2} + x_{T2i}\right)} =$$

$$= \frac{(0{,}257 + 0{,}129)(0{,}018 + 0{,}129)}{(0{,}257 + 0{,}129) + (0{,}018 + 0{,}129)} = 0{,}106$$

În figura 16 se reprezintă schema componentelor omopolare și cea echivalentă redusă.

$$x_h = \frac{x_{T1h}\left(\frac{x_{Lh}}{2} + x_{T2h}\right)}{x_{T1h} + \left(\frac{x_{Lh}}{2} + x_{T2h}\right)} =$$

$$= \frac{0{,}129\ (0{,}063 + 0{,}129)}{0{,}129 + 0{,}063 + 0{,}129} = 0{,}077$$

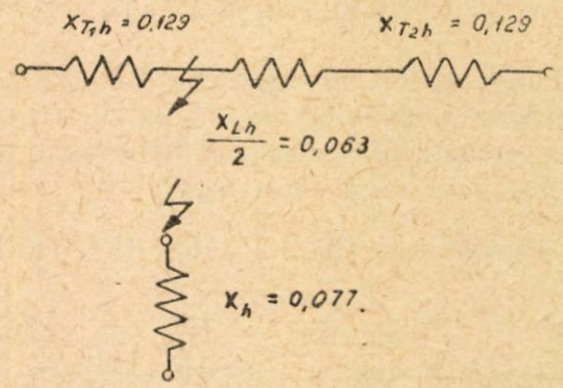


Fig. 16.

Deci schema echivalentă pentru scurtcircuit va fi cea din fig. nr. 17, respectiv schema echivalentă în cuadripol T.

$$x_k = \frac{x_l\ x_h}{x_l + x_h} = \frac{0{,}106 \times 0{,}077}{0{,}106 + 0{,}077} = 0{,}045$$

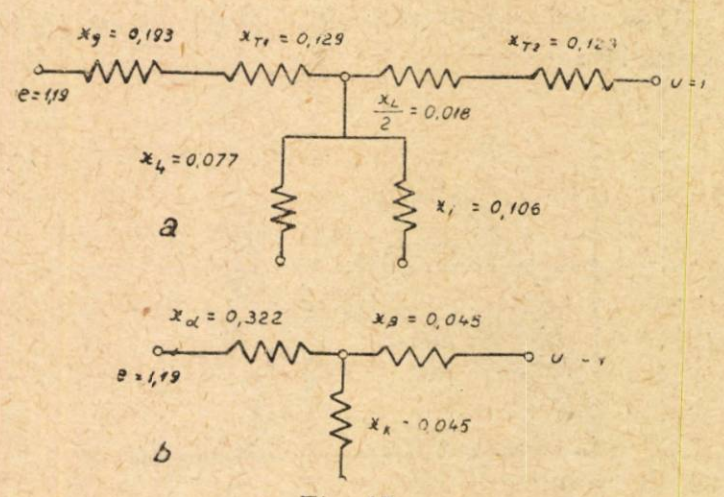


Fig. 17.

Se poate demonstra ușor, că dacă se neglijează rezistențele ohmice, o schemă în T, asemănătoare celei din fig. 17, se poate transforma

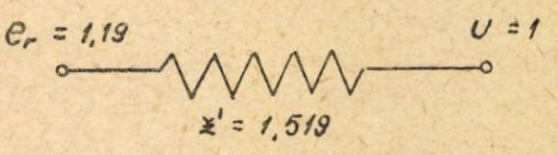


Fig. 18.

ușor într'un circuit simplu dipol (fig.18), în care reactanța X' se calculează după relația:

$$x' = x_\alpha + x_\beta + \frac{x_\alpha\ x_\beta}{x_K}$$

adică:

$$x' = 0{,}322 + 0{,}147 + \frac{0{,}322 \times 0{,}147}{0{,}045} = 1{,}519$$

Amplitudinea caracteristicei puterii în faza de scurtcircuit este deci:

$$P_{m\,II} = \frac{1{,}19 \times 1}{1{,}519} = 0{,}784$$

FAZA DUPĂ DECONECTAREA LINIEI SCURTCIRCUITATE

In acest caz schema circuitului electric devine asemănătoare celei din fig. 14, în care reactanța liniei propriu zise se dublează (rămâne o singură linie din cele două în paralel).

$$x'' = 0{,}193 + 0{,}129 + 0{,}036 + 0{,}129 = 0{,}487$$

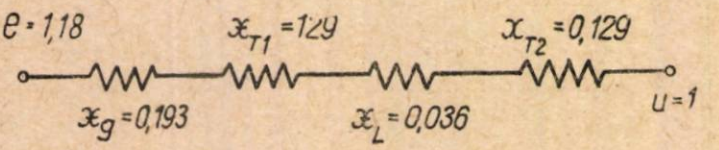


Fig. 19.

In acest caz amplitudinea noii caracteristice devine:

$$P_{m\,III} = \frac{1{,}19 \times 1}{0{,}487} = 2{,}44$$

Cele trei caracteristice se prezintă ca în figura 20:

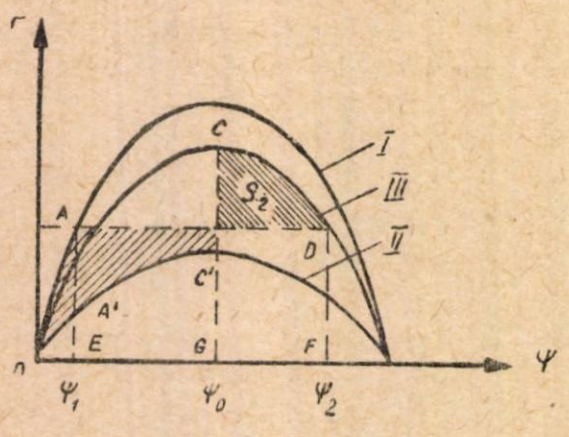


Fig. 20.

Unghiul Ψ_2 corespunzător caracteristicei III se calculează din formula:

$$\sin \Psi_2 = \frac{P_o}{P_{m\,II}} = \frac{1}{2{,}44} = 0{,}41$$

$$\Psi_2 = (180° - 24{,}2°) = 155{,}8°$$

Urmărind fenomenul în desfășurarea lui observăm că înainte de scurtcircuit punctul de funcționare se găsea în A.

In momentul scurtcircuitului, rotorul se găsea într'o poziție corespunzătoare lui Ψ_1. Pe caracteristica II (de scurt circuit) punctul A' corespunde la o putere mai mică, decât P_0 și în acest caz, rotorul va avea o mișcare relativă, tinzând să ocupe poziția corespunzătoare lui P_0 pe noua caracteristică. Schimbul de energie cinetică în cursul acestei mișcări relative va face ca această poziție să fie depășită. La un moment dat linia electrică respectivă se deconectează și atunci rotorul se găsește în poziția corespunzătoare lui Ψ_0.

Fig. 20 ne arată că în acest caz punctul C de pe caracteristica III corespunde unei puteri mai mari decât P_0 și deci mișcarea rotorului va continua până la compensarea completă a schimbului de energie cinetică respectiv.

Cu alte cuvinte trebue ca suprafețele s_1 și s_2 sau deasemeni suprafețele $EADF$ și $EA'C'C\,DF$ să fie egale.

Dreptunghiul $EADFE = (\Psi_2 - \Psi_1) P_{mI} \sin \Psi_1$

$$\text{Suprafața } EA'C'BE = P_{mII} \int_{\psi_1}^{\psi_0} \sin \Psi \, d\Psi =$$

$$= P_{mII} (\cos \Psi_1 - \cos \Psi_0)$$

$$\text{Suprafața } GCDFG = P_{mIII} \int_{\psi_0}^{\psi_2} \sin \Psi \, d \, \Psi =$$

$$= P_{mIII} (\cos \Psi_0 - \cos \Psi_2)$$

Deci:

$$(\Psi_2 - \Psi_1) P_{mI} \sin \Psi_1 = P_{mII} (\cos \Psi_1 - \cos \Psi_0) +$$
$$+ P_{mIII} (\cos \Psi_0 - \cos \Psi_2)$$
$$P_{mI} \sin \Psi_1 = P_0$$

De unde:

$$\cos \Psi_o = \frac{P_0 (\Psi_2 - \Psi_1) + P_{mIII} \cos \Psi_2 - P_{mII} \cos \Psi_1}{P_{mIII} - P_{mII}}$$

înlocuind valorile date avem:

$$\cos \Psi_0 = \frac{1 \cdot \frac{\pi}{180} (155{,}8 - 23{,}17) - 2{,}44 \cdot 0{,}91 - 0{,}784 \times 0{,}92}{2{,}44 - 0{,}784}$$

$$\cos \Psi_0 = -0{,}38$$

$$\Psi_0 = 112{,}33°$$

Pentru a rezolva complet problema este necesar să calculăm timpul maxim în care linia scurt circuitată va trebui să declanșeze, pentru ca stabilitatea să se mențină.

Pentru aceasta vom aplica metoda așa numitului «calcul prin scări succesive a mișcării relative».

Am arătat mai sus că în general într'un regim tranzitoriu ecuația mișcării relative a rotorului unei mașini sincrone este:

$$I \frac{d^2 \delta}{dt^2} + \frac{A d\delta}{dt} = \frac{P_0 - P}{\Omega}$$

Desigur că această formulă astfel prezentată reprezintă o aproximație a fenomenului real.

Intr'adevăr, Ω reprezintă o valoare medie a vitezei în intervalul de timp considerat. In rea-

litate Ω este în funcție de forța electromotoare internă, de impedanță echivalentă, etc.

Deci formula reprezintă o aproximație, care din punct de vedere practic poate fi acceptată.

Deasemeni, în calculele practice, vom neglija și termenul corespunzător amortizării. Adică:

$$I\frac{d^2\delta}{dt^2}=\frac{P_0-P}{\Omega}$$

P_0 este puterea debitată de mașina motoare, pe care o considerăm constantă în intervalul de timp respectiv.

P este puterea debitată de generator.

$P=P_m \sin \Psi$, în care P_m este puterea caracteristică a circuitului în momentul respectiv. Ea depinde de diverși parametri ai circuitului, așa cum am văzut mai sus.

Deci:

$$I\frac{d^2\delta}{dt^2}=\frac{P_0-P_m\sin\Psi}{\Omega} \qquad \delta=\frac{\Psi}{b}$$

$$\frac{d\delta}{dt}=\frac{1}{b}\frac{d\Psi}{dt}\ ;\ \frac{d^2\delta}{dt^2}=\frac{1}{b}\frac{d^2\Psi}{dt^2}$$

$$\frac{I}{b}\frac{d^2\Psi}{dt^2}=\frac{P_0-P_m\sin\Psi}{\Omega}$$

Soluția acestei ecuații diferențiale va fi de forma:

$$\Psi=f(t)$$

Pentru calculul practic vom aproxima infiniții mici, cu cantități finite foarte mici.

In cele ce urmează, vom diviza timpul în intervale finite foarte mici Δt.

In momentul scurtcircuitului viteza relativă a rotorului mașinii este 0.

Din cauza variației brușce de putere ΔP de pe caracteristica I pe caracteristica II (fig. 20) rotorul capătă o viteză relativă, care crește continuu și care la sfârșitul primului interval de timp va fi $\Delta\omega\,(1)$

Valoarea medie a vitezei este:

$\omega\,(1)=\dfrac{\Delta\,\omega\,(1)}{2}$ care de fapt este viteza corespunzătoare momentului $\dfrac{\Delta t}{2}$.

Deci accelerația în primul interval de timp va fi:

$$\varepsilon=\frac{\omega\,(1)}{\frac{\Delta t}{2}}$$

Inlocuind în ecuația diferențială a mișcării tranzitorii elementele diferențiale prin creșteri finite vom avea:

$$I\frac{\omega\,(1)}{\frac{\Delta t}{2}}=\frac{P_\circ-P}{\Omega}$$

$$\omega\,(1)=\frac{1}{b}\frac{\Delta\,\Psi\ (1)}{\Delta\,t}$$

$$I\frac{2}{b}\frac{\Delta\,\Psi\,(1)}{(\Delta\,t)^2}=\frac{P_\circ-P}{\Omega}$$

sau:

$$\Delta\,\Psi_1=\frac{b(\Delta t)^2}{2I\,\Omega}(P_\circ-P)$$

Știm însă că, constanta de inerție este:

$$M=\frac{I\Omega^2}{P_N} \qquad I=\frac{P_N\,M}{\Omega^2}$$

$$\Delta\,\Psi_1=\frac{b(\Delta t)^2\,\Omega}{P_N M}\times\frac{(P_\circ-P)}{2}$$

Dacă vom nota:

$$K=\frac{b\,(\Delta t)^2\,\Omega}{P_N\,M}$$

timpul fiind divizat în intervale Δt egale și foarte mici, relația devine:

$$\Delta\,\Psi_1=K\frac{(P_\circ-P)}{2}$$

In cadrul exemplului luat, vom diviza timpul în intervale $\Delta t=0{,}05$ s.

Puterea nominală a generatorului în unități relative va fi:

$$p_n=\frac{P_n}{P_B}=\frac{7000}{4500}=1{,}55$$

Pentru ca variația unghiulară $\Delta\Psi$ să fie dată în grade sexagesimale, va trebui ca deasemeni Ω să fie dat în grade pe secundă.

In cazul nostru, presupunem că alternatorul are 2 poli și frecvențe 50 Hz.

In acest caz vom avea:

$$\Omega=360\times50=18000 \text{ grade/s}$$

$$K=\frac{1\times(0{,}05)^2\times18000}{1{,}55\times7}=4{,}14$$

In primul moment, P va fi corespunzător unghiului Ψ_2 de pe diagrama II

$$p=P_{(0)}=P_{mII}\sin\Psi_1=0{,}784\sin23{,}17^\circ=$$
$$=0{,}784\times0{,}393=0{,}308$$

$$\Delta P_{(o)}=P_\circ-P_{(o)}=1-0{,}380=0{,}692$$

$$\Delta\Psi_{(1)}=\frac{K\Delta P_{(o)}}{2}=\frac{4{,}14\times0{,}692}{2}=1{,}43^\circ$$

$$\Psi_{(1)}=\Psi_1+\Delta\Psi_{(1)}=23{,}17^\circ+1{,}43^\circ=24{,}6^\circ$$

$$P_{(1)}=P_{mII}\sin\Psi_{(1)}=0{,}784\sin24{,}6^\circ=0{,}784\times$$
$$\times0{,}407=0{,}318$$

$$\Delta P_{(1)}=P_\circ-P_{(1)}=1-0{,}318=0{,}682$$

In noul interval de timp Δt, unghiul $\Delta\Psi$ crește cu viteza $\omega_{(2)}=\dfrac{\Delta\Psi}{\Delta t}$ care este viteza la timpul $t=\dfrac{3}{2}\,\Delta t$.

Acceleraţia medie va fi raportul între variaţia respectivă de viteză şi intervalul de timp respectiv.

$$\varepsilon = \frac{\omega_{(2)} - \omega_{(1)}}{\frac{3}{2}\Delta t - \frac{1}{2}\Delta t} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} =$$

$$= \frac{\Delta\Psi}{(\Delta t)^2}$$

$$I\,\frac{\Delta\Psi}{(\Delta t)^2} = \frac{P_\circ - P}{\Omega}$$

şi analog ca mai sus:

$$\Delta\Psi = K(P_\circ - P)$$

$$\Delta\Psi_{(2)} = \Delta\Psi_{(1)} + KP_{(1)} = 1{,}43 + 4{,}14.0{,}682 = 4{,}26°$$

$$\Psi_{(3)} = \Psi_{(2)} + \Delta\Psi_{(2)} = 24{,}6° + 4{,}26° = 28{,}86°$$

Calculele se continuă în mod analog. Tabela de mai jos sistematizează operaţiunile:

t	Ψ	Sin	P	Δp	$\Delta\Psi$
0	23,17	0,393	0,308	0.692	1,43°
0,05	24,6	0,407	0,318	0,682	4,26°
0,10	28,86	0,482	0,378	0,622	6,84°
0,15	35,70	0,583	0.456	0,544	9,15°
0,20	44 85	0,705	0.552	0,448	11,01°
0,25	55 86	0,827	0,648	0.352	12,47°
0,30	68.33	0.929	0,727	0,273	13,60°
0,35	81,93	0,990	0,776	0.224	14,53°
0,40	96,46	0,993	0,780	0,220	15,44°
0,45	111,90	0,927	0,726	0,274	16,47°
0,50	128,37	—	—	—	—

Cu ajutorul tabelei de mai sus putem descrie curba $\Psi = f(t)$ din fig. 21.

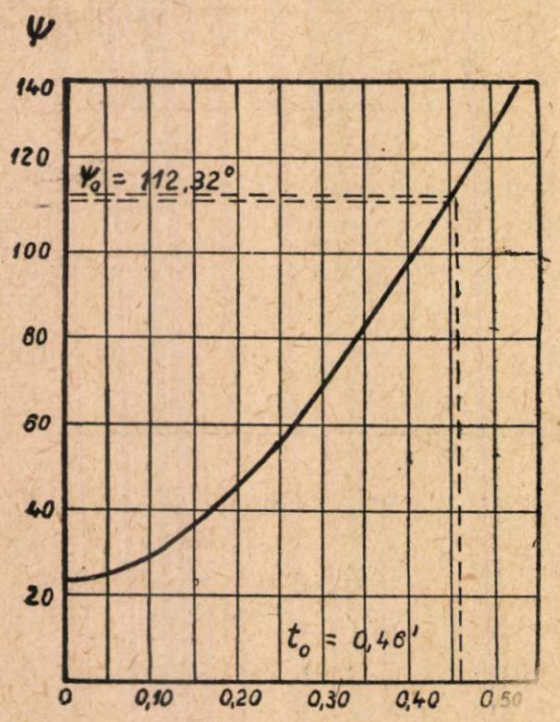


Fig. 21.

Din diagrama din figura 21 se observă că unghiul $\Psi_\circ = 112{,}32°$ corespunde timpului $t° = 0{,}46$.

Aceasta înseamnă că declanşarea liniei scurtcircuitate va trebui executată cel mai târziu la timpul critic $t° = 0{,}46$ dela începutul scurtcircuitului pentru ca stabilitatea sistemului să se menţină. Calculul de mai sus e valabil pentru timpuri relativ scurte, deoarece pentru perioade mai mari se adaugă erori sistematice care deformează rezultatul.

* * *

Trebue să spunem că toate calculele de mai sus nu sunt riguroase, deoarece sunt bazate pe ipoteze simplificatoare, însă deobicei acoperitoare pentru practică.

C. AMELIORAREA STABILITĂŢII NATURALE ŞI STABILITATEA ARTIFICIALĂ

Stabilitatea naturală a unui complex electric depinde în primul rând — după cum am văzut — de reactanţele care intră în joc (ale liniilor, transformatorilor, generatorilor etc).

Este evident din cele arătate mai sus că stabilitatea este mai mare, dacă reactanţele care intră în joc sunt mai mici.

Bineînţeles, aceasta se poate realiza spre exemplu în cazul liniilor de transport, prin calcularea şi stabilirea la limitele cele mai mici, a diametrelor conductorilor, precum şi a distanţelor între conductori.

Dar acest lucru, depăşind limita, poate să aducă o mărire a posibilităţii de defectare prin scurt circuite între faze etc., care ar anihila avantajele obţinute din punct de vedere al stabilităţii.

Un mijloc mai eficace pentru a realiza o micşorare a reactanţelor liniilor de transport, este utilizarea pe cât posibil a cât mai multe linii în paralel.

Asupra reactanţei alternatorilor deasemeni se poate acţiona încă dela construcţie, prin dimensionarea corespunzătoare a elementelor.

Deasemeni trebue să precizăm că prin micşorarea reactanţei mărim curenţii de scurt circuit care pot deveni în acest caz foarte periculoşi.

Ca şi în cazul liniilor, vom obţine o mărire a stabilităţii şi prin mersul în paralel a cât mai multe unităţi.

Am mai văzut că stabilitatea depinde şi de tensiunile care intră în joc. Stabilitatea va fi cu atât mai mare cu cât tensiunea de transport este mai mare.

Interconexiunea centralelor electrice este una din metodele cele mai importante pentru ameliorarea stabilităţii, atât prin mărirea puterii sincronizate cât şi prin mărirea importantă a inerţiei mecanice a ansamblului.

Bineînţeles că studiul amănunţit al reţelelor dela caz la caz, poate să ne aducă rezultate interesante în mărirea stabilităţii acestora.

Cercetări teoretice experimentale conduse între 1937—1939 de Institutul Electrotehnic al Uniunii Sovietice au arătat că există o serie de mijloace artificiale care aduc mărirea stabilităţii peste stabilitatea naturală.

Un astfel de regim a fost numit stabilitate artificială. In general se acţionează asupra excitaţiei alternatorilor în funcţiune.

In vederea unei reglări automate a excitaţiei maşinei sincrone se poate utiliza oscilaţiile diverselor mărimi care variază cu schimbarea regimului de funcţionare.

Aceste mărimi pot fi: tensiunea şi bornele maşinii; curentul debitat; unghiul de decalaj al axului rotoric.

O reglare automată adecvată a excitaţiei maşinilor sincrone asigură o funcţionare a acestora peste stabilitatea lor naturală.

Asigurarea unei stabilităţi artificiale măreşte sensibil puterea limită a sistemelor de transport electric.

Ameliorarea stabilităţii, precum şi stabilitatea artificială sunt probleme care pot face obiectul unor studii speciale pline de rezultate practice.

In stadiul actual al tehnicei noastre, când Partidul şi Guvernul pun în faţa muncitorilor şi tehnicienilor noştri sarcina de a duce la bun sfârşit măreaţa operă de electrificare a ţării — se ridică o serie de probleme speciale în transportul şi distribuirea energiei electrice, cum sunt: problema stabilităţii, a pendulărilor între unităţi etc., pe care le vom putea duce la bun sfârşit, folosind marea experienţă a energeticei sovietice.

Rezultatele experimentale ale Institutului de Electrotehnică al Uniunii Sovietice trebue luate ca exemplu şi ca imbold pentru începerea unor astfel de experienţe şi în cadrul institutelor noastre tehnice.

Consideraţiunile de faţă au ca scop să atragă atenţia asupra problemei importante a stabilităţii.

Noi am încercat să trecem în revistă chestiunile principale ale acestei probleme.

Problema stabilităţii este vastă şi are o serie întreagă de aspecte speciale care vor trebui desvoltate pentru ca, atunci când marile complexe de reţele şi uzini vor fi în funcţiune, tehnicienii noştri să le cunoască, şi rezultatele să poată fi imediat aplicate.

BIBLIOGRAFIE

P. S. Jdanov, « Stabilitatea sistemelor electrice. ». (Ustoicivosti electriceschih sistem). GEI, Moscova 1948)).

S. A. Lebedeff, « La stabilité artificiell de machines synchrones ». CIGRE, Session de 1948. Tome III.

V. Boţan, « Transportul şi distribuţia energiei electrice ». Curs. Iaşi, 1949.

I. S. Gheorghiu, « Calculul, construcţia şi încercările maşinilor electrice ». Curs. Bucureşti.

I. Antoniu, « Electrotehnică. Chestiuni speciale ». Curs. Bucureşti.

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ КОЛЬЦЕВАНИЯ СЕТЕЙ И СТАНЦИЙ

Резюме

Вопрос кольцевания сетей и станций приобретает в нашей стране все большее и большее значение.

Электрическая устойчивость связанных энергетических комплексов (станций и сетей) является важной отраслью более общей проблемы кольцевания.

Автор статьи рассматривает проблемы устойчивости кольцеванных сетей и станций. Изложены практические методы расчета статической и динамической устойчивости к которым прилагаются численные примеры.

В заключении излагаются принципы искусственной устойчивости, при помощи которой улучшается естественная устойчивость электрических систем.

«APARATAJ ELECTRIC» 198 pag. lei 180 — Editura Tehnică — Descriind amănunţit aparatele electrice de largă întrebuinţare, lucrarea «Aparataj Electric» explică funcţionarea lor şi se ocupă de cele mai noi realizări de construcţie în această ramură. Lucrarea se adresează tehnicienilor electricieni, elevilor şcolilor medii tehnice, precum şi tuturor celor ce doresc să-şi ridice calificarea în această ramură.

LEFORDITVA

CALCULUL PRACTIC AL ÎNCĂLZIRII ŞI VENTILAŢIEI UNUI MOTOR ASINCRON

de *ing. M. DOCEA*

Calculul temperaturii de regim a diferitelor organe ale unei maşini electrice, este de o importanţă primordială, dat fiind că temperatura este aceea care limitează puterea maşinii electrice.

Diferiţii coeficienţi de transmisie ai căldurii, depind în mare măsură de viteza aerului ce circulă prin canalele maşinii. Un calcul riguros al tuturor circuitelor de aer ar fi extrem de complicat şi inutil.

In practică, se poate utiliza schema simplificată din fig. 1, care reprezintă circuitele de aer ale unui motor de 100 kW; 1000 rot/min.

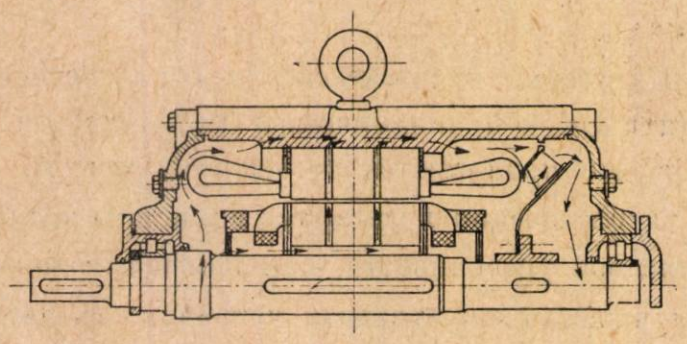


Fig. 1.

Notând cu H presiunea sau depresiunea necesară pentru a crea într'un sistem de conducte oarecare debitul V, se ştie că:

$$H = Z\,V^2$$

Z se numeşte rezistenţa hidraulică a sistemului de conducte şi caracterizează perfect, din punct de vedere hidraulic, sistemul. Rezistenţele hidraulice se datoresc schimbărilor brusce de secţiune, coturilor şi frecărilor în canalele de secţiune mică, mai ales în acelea care nu au pereţii netezi. Renumitul constructor sovietic Alexeev calculează pe Z cu următoarea formulă:

$$Z = \frac{\zeta}{s^2}$$

unde s este secţiunea conductei, iar ζ este un factor, ce depinde de caracteristicele fizice ale acesteia. Alexeev recomandă pentru ζ următoarele valori:

TABELA 1

Natura rezistenţei	$\zeta \times 10^{-3}$ $\left(\frac{mm\ H_2O}{m^4/S^2}\right)$
Gură de intrare cu marginile ieşite	62
Gură de intrare cu margini dreptunghiulare	30
Gură de intrare cu margini rotunjite	00—12,5
Cot la 135°	32
Cot la 90°	70

Pentru frecarea din canalele înguste matriţate în tole, (canalele longitudinale) coeficientul de rezistenţă ζ este dat de relaţia empirică (Alexeev):

$$\zeta = \frac{6{,}25 l \times 10^{-3}}{D}\left(\frac{mm\ H^2O}{m^4/s^2}\right)$$

unde: l = lungimea canalului;
D = diametrul canalului.

Iar pentru canale cu pereţi netezi:

$$\zeta = \frac{1{,}55\ l \times 10^{-3}}{D}\left(\frac{mm\ H^2O}{m^4/s^2}\right)$$

In cazul schimbărilor brusce de secţiune, ζ se calculează cu ajutorul curbelor din fig. 2, în funcţie de raportul dintre secţiunile s_1 şi s_2.

Urmărind mersul curenţilor de aer pe fig. 1 şi având valorile coeficienţilor ζ, se poate întocmi pentru o maşină existentă, tabelul de calcul anexat.

Rezultatele din acest tabel conduc la următoarea schemă (fig. 2 şi 3) echivalentă a maşinii electrice din fig. 1.

De remarcat că afară de ventilatorul principal, aerul din maşină este pompat şi de către paletele distanţoare dintre pachetele de tole ale rotorului, care lucrează întocmai ca nişte ventilatoare Acestea se notează pe schemă cu H_1', H_1'' şi H_1'''.

Pentru simplificare, se pot considera canalele radiale ca debitând în acelaşi punct. Rezistenţele în paralel le reduc la o rezistenţă echivalentă:

$$Z' = \frac{H}{(3\,V)^2} = \frac{1}{9}Z$$

Calculul analitic al acestui circuit este destul de complicat. Se dă însă mai jos o construcție grafică, care duce simplu și rapid la rezultat.

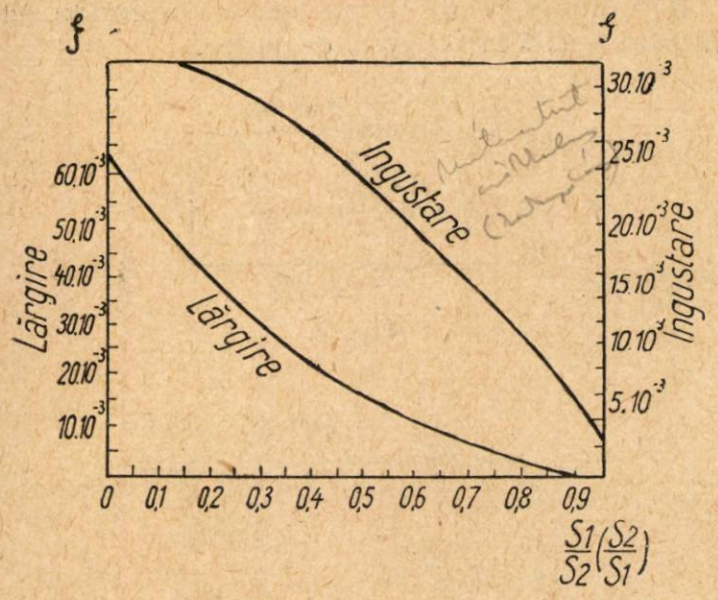


Fig. 2.

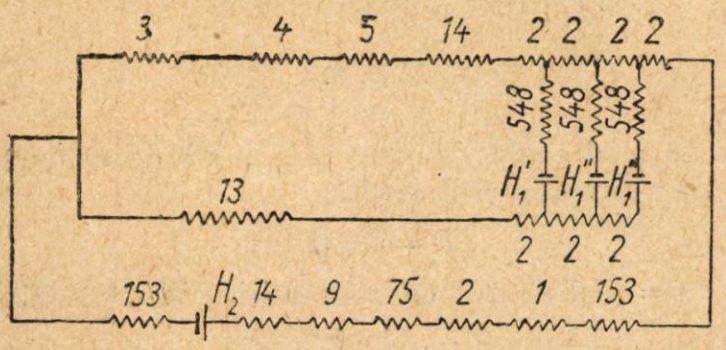


Fig. 3.

Intâi se calculează și se reprezintă grafic caracteristicele $H = f(V)$ ale celor două ventilatoare H_1 și H_2. Pentru ventilatoarele centri-

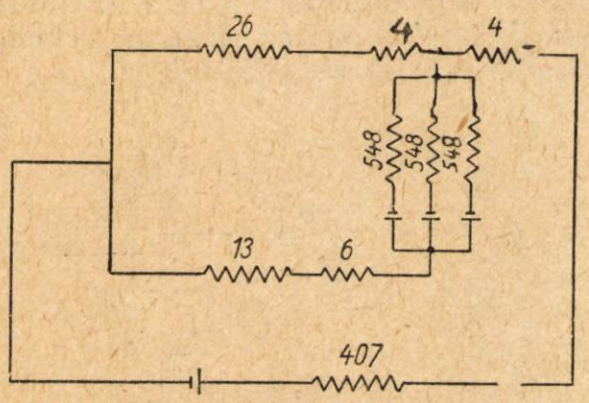


Fig. 4.

fuge radiale (cazul cel mai des întâlnit la motoarele electrice), o formulă care reprezintă destul de corect curba caracteristică, este:

$$H = H_o \left[1 - \left(\frac{V}{V_{max}} \right)^2 \right]$$

unde: H_0 = presiunea creată la un debit nul (mm col. H_2O).

V_{max} = debitul dat atunci când ventilatorul lucrează în atmosferă (m^3/s).

Pe de altă parte:

$V_{max} = 0{,}42\ u_2 s_2$

u_2 = viteza periferică la ieșirea aerului (m/s);

s_2 = secțiunea de ieșire a aerului (m^2).

$$u_2 = \frac{\pi D_2 n}{60}$$

D_2 = diametrul exterior al ventilatorului (m);

n = turația (rot/min).

$$s_2 = 0{,}92\ \pi D_2 b_2$$

b_2 = lățimea paletei la ieșirea aerului (m).

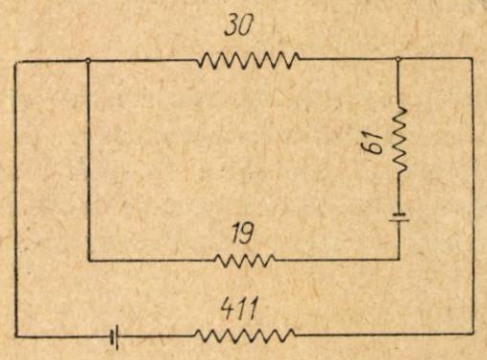


Fig. 5.

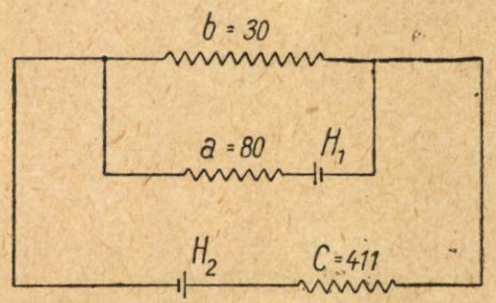


Fig. 6.

Factorul 0,92 ține seamă de micșorarea secțiunii datorită paletelor.

$$V_{max} = 0{,}42 \times \frac{\pi D_2 n}{60} \times 0{,}92\ \pi D_2 b_2$$

$$V_{max} = 0{,}0635\ D_2^2 b_2 n\ (m^3/s)$$

De asemenea, pentru aer:

$$H_0 = \frac{0{,}6}{8}(u_2^2 - u_1^2)$$

$$u_1 = \frac{\pi D_1 n}{60}$$

D_1 = diametrul interior al ventilatorului

$$H_0 = \frac{0{,}6}{8}\left(\frac{\pi^2 D_2^2 n^2}{60^2} - \frac{\pi^2 D_1^2 n^2}{60^2}\right)$$

$$H_0 = \frac{0{,}6\pi^2 n^2}{8 \times 60^2}(D_2^2 - D_1^2)$$

$H_0 = 20{,}55\ n^2 (D_2^2 - D_1^2) \times 10^{-5}$ (mm.col. H_2O).

Cu aceste date calculate, se construește imediat caracteristica $H = f(V)$. In diagrama alăturată (fig. 7), s'au trasat, pentru exemplul de calcul de mai sus, cele două curbe H_1 și H_2, corespunzând celor două ventilatoare H_1 și H_2.

Trebue să se țină seamă de faptul că, în realitate, ventilatorul H_1 e format din 3 ventilatoare de debit max. V'_{1max} și presiune în gol H'_{10}, montate în paralel. Caracteristicele lui H_1 vor fi deci:

$$\begin{cases} H_{01} = H'_{01} \\ V_{1max} = 3V'_{1\,max} \end{cases}$$

In cazul examinat s'au calculat următoarele date:

$$\begin{cases} H_{01} = 15{,}7 \text{ (mm col. } H_2O) \\ V_{1\,max} = 3 \times 0{,}138 = 0{,}414 \text{ m}^3/\text{s}. \\ H_{01} = 24{,}6 \text{ (mm col. } H_2O) \\ V_{01} = 0{,}745 \text{ m}^3/\text{s}. \end{cases}$$

Parabola a reprezintă caracteristica rezistenței a. Această rezistență produce o cădere de presiune Caracteristica ansamblului $(a + H_1)$ se obține prin puncte, scăzând la un acelaș debit, presiunea consumată în rezistență, din aceea produsă de H_1.

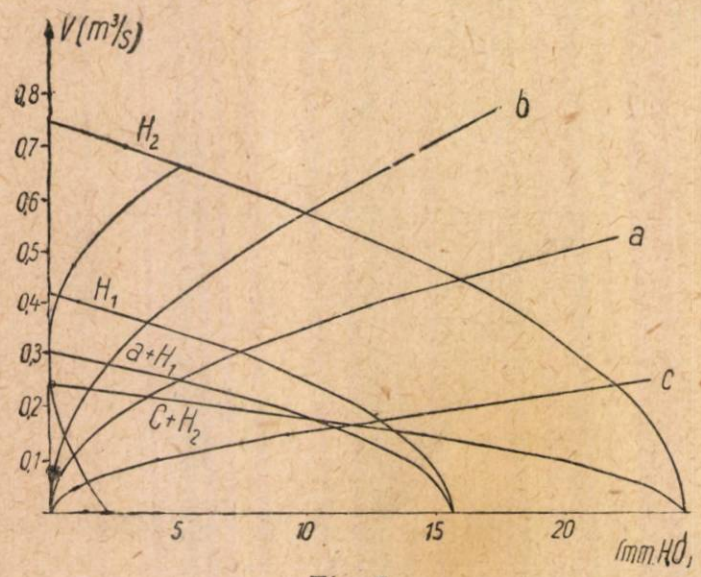


Fig. 7.

Pe de altă parte sistemul $(a + H_1)$ lucrează în paralel cu rezistența b; deci caracteristica $(a + H_1 + b)$ se va obține adunând sau scăzând, la o aceeaș presiune, debitele celor două sisteme și anume: când debitul în rezistența b are sensul săgeții punctate, se adună, iar când debitul are sensul săgeții pline, se scad.

Se construește apoi în acelaș mod, caracteristica sistemului $(c + H_1)$. Intersecția celor două curbe dă punctul de funcționare al sistemului întreg. Căutând punctele corespunzătoare pe celelalte curbe trasate, se determină debitele și presiunile în diversele ramuri ale rețelei.

Având calculate aceste date, se poate trece la calculul termic al mașinii. Ecuația fundamentală a schimbului de căldură prin conductibilitate este:

$$P = \frac{\lambda s}{\beta} . \theta$$

unde:

P = cantitatea de căldură ce trece în unitatea de timp (W);

λ = coeficientul de conductibilitate termică W $\times$ m/m² $\times$ °C);

s = suprafața de trecere a căldurii (m²);

β = grosimea străbătută de curentul caloric (m);

θ = diferența de temp. între suprafața de intrare a căldurii și cea de ieșire.

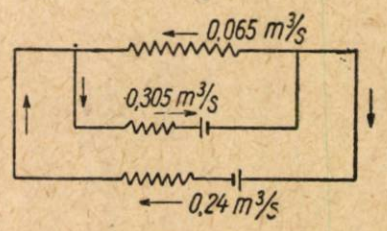
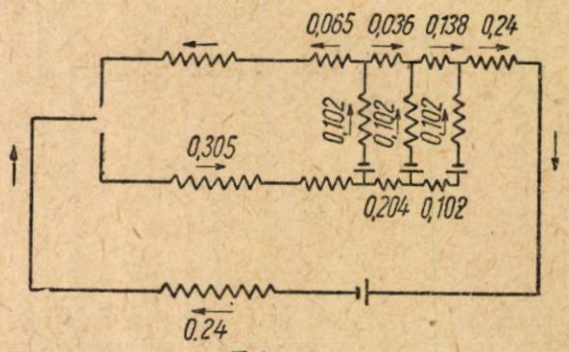


Fig. 8.



F ig. 9.

In mod analog, pentru un schimb de căldură prin convecție și radiație:

$$P = \alpha s \theta$$

α = coeficientul de transmisie (W/m² $\times$ °C).

Se observă că termenii $\frac{\lambda s}{\beta}$ și α au dimensiunile unor conductanțe termice. Ambele ecuații se pot scrie sub o formă mai generală:

$$\theta = P\,R$$

unde R se numește rezistența termică a sistemului.

O analiză a modului de repartiție și transmisie a căldurii, într'un motor asincron conduce la următoarea schemă simplificată:

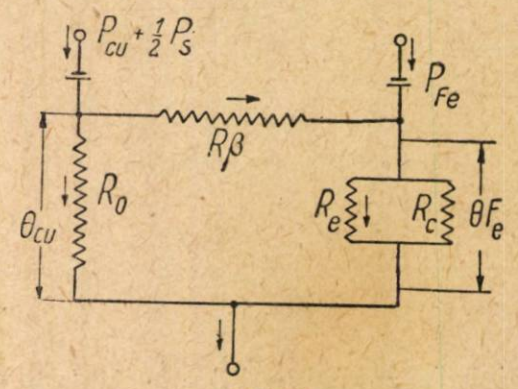


Fig. 10.

R_v este rezistența de trecere a căldurii din Cu direct în aer, prin izolația conducătorului (la capetele de bobină și la traversarea canalelor radiale de ventilație). R_β este rezistența de trecere a căldurii dela Cu în Fe, prin izolația crestăturii. R_1 și R_c sunt rezistențele de trecere respectiv prin suprafețele laterale ale pachetelor de tole și prin suprafața cilindrică exterioară.

In cazul acestei scheme, aplicând principiul suprapunerii efectelor se găsește supra-temperatura Cu asupra aerului ce circulă în mașină:

$$\theta_{Cu}=\left[\left(P_{Cu}+\frac{1}{2}P_s\right)\frac{R_\beta+R}{R_\beta+R_v+R}+P_{Fe}\frac{R_\beta}{R_\beta+R_v+R}\right].R_v$$

unde R este rezistența echivalentă a lui R_e și R_c compuse în paralel. Considerându-se că aerul din mașină are o încălzire θ_0 față de aerul exterior, supra-temperatura Cu față de aerul exterior este:

$$\theta_{Cu}=\theta_{Cu}+\theta_0$$

Analog pentru fier:

$$\theta_{Fe}=\left[\left(P_{Cu}+\frac{1}{2}P_s\right)\frac{R_v}{R_v+R_\beta+R}+R_{Fe}\frac{R_v+R_\beta}{R_v+R_\beta+R}\right].R$$

$$\theta_{Fe}=\theta_{Fe}+\theta_0$$

In acest mod de calcul intră numai cifre medii; deci și temperaturile obținute vor fi temperaturi medii.

La pierderile în Cu s'au adăogat jumătate din pierderile suplimentare, cealaltă jumătate considerându-se că se produce în Cu rotor (Liwschitz).

De asemenea s'a considerat ipotetic că, dat fiind că practic prin intrefier nu circulă niciun curent de aer și că, pe de altă parte diferența de temperatură între rotor și stator este mică, nu se face niciun schimb de căldură între aceste piese.

Cu toate aceste simplificări, practica a arătat că acest fel de calcul dă rezultate destul de apropiate de realitate.

Se dă mai jos un exemplu de calcul de încălzire a statorului unei mașini asincrone. Este aceeaș mașină, căreia i s'a calculat mai sus ventilația.

Se iau pe rând *și se calculează cele 4 rezistențe*:

$$R_v=\frac{1}{\frac{1}{R_v'}+\frac{1}{R_v''}}$$

R_v' = rezistența în porțiunile ce traversează canalele radiale;

R_v'' = rezistența în capetele de bobină

$$R_v'=\frac{\beta_1}{\lambda_1 b_v u_1 z_s m}+\frac{1}{\alpha_{a1} b_v u_2 z_s m}$$

λ_1 = conductibilitatea izolației conductorului;
b_v = lățimea canalului radial;
u_1 = perimetrul bobinei;
z_s = nr. pe crestături;
m = numărul de canale radiale;
α_{a1} = coeficientul de transmisie dela izolație la aer;
β_1 = grosimea izolației conductorului.

Conductorul este izolat astfel:

a) două structuri de bumbac $\beta_a=0{,}3\times10^{-3}$m;

b) două straturi de preșpan $\beta_b = 2\times0{,}25\times10^{-3}=0{,}5\times10^{-3}$m;

c) două straturi de pânză uleiată $\beta_c = 2\times0{,}2\times10^{-3}=0{,}4\times10^{-3}$m;

d) straturi de aer datorită jocurilor $\beta_d=0{,}4\times10^{-3}$m.

După « Die elektrischen Maschinen » a lui Liwschitz, se dau următoarele valori ale conductibilităților:

$\lambda_a = 0{,}24$ W×m/m²×° ; $\lambda_c = 0{,}14$ W×m/m²x°
$\lambda_b = 0{,}17$ W× m/m²×° ; $\lambda_d = 0{,}028$

Se calculează conductibilitatea totală:

$$k=\frac{\lambda}{\beta}$$

$$k_{a-b}=\frac{k_a k_b}{k_a+k_b}=\frac{\frac{0{,}24}{0{,}3\times10^{-3}}\times\frac{0{,}17}{0{,}5\times10^{-3}}}{\frac{0{,}24}{0{,}3\times10^{-3}}+\frac{0{,}17}{0{,}5\times10^{-3}}}=248{,}5\ \text{W/m}^2\times{}^\circ\text{C}$$

$$k_{a-c}=\frac{k_{a-b}\,.\,k_c}{k_{a-b}+k_c}=\frac{248{,}5\times\frac{0{,}14}{0{,}4\times10^{-3}}}{248{,}5+\frac{0{,}14}{0{,}4\times10^{-3}}}=139\ \text{W/m}^2\times{}^\circ\text{C}$$

$$k_1=k_{a-d}=\frac{k_{a-c}\,.\,k_d}{k_{a-c}+k_d}=\frac{139\times\frac{0{,}028}{0{,}4\times10^{-3}}}{139+\frac{0{,}028}{0{,}4\times10^{-3}}}=46{,}5\ \text{W/m}^2\times{}^\circ\text{C}$$

$$\begin{cases}\beta_1=(0{,}3+0{,}5+0{,}4+0{,}4)\times10^{-3}=1{,}6\times10^{-3}\text{m}\\ \lambda_1=k_1\beta_1=1{,}6\times46{,}5\times10^{-3}=\\ \quad=74{,}4\times10^{-3}\text{W}\times\text{m/m}^2\times{}^\circ\text{C}\\ b_v=0{,}012\text{ m}\\ u_1=87{,}1\times10^{-3}\text{ m}\\ z_s=72\\ m=3\end{cases}$$

După « Construcția electriceskih mașini ; (Alexeev), coeficientul de transmisie dela izolație la aer este dat de relația

$$\alpha_{a1}=1{,}33\,(1+0{,}5\sqrt{V_{a1}})\times10^3\ \text{W/cm}^2\times\text{C}^0$$

V_{a1} = viteza aerului (m/s)

Din calculul ventilației, se cunoaște viteza medie a aerului în canalele radiale.

$$V_{a1}=6{,}85\text{ m/s}$$

$$\alpha_{a1}=1{,}33\,(1+0{,}5\sqrt{6{,}85})\times10^{-3}=$$
$$=2{,}94\times10^{-3}\text{ w/cm}^2\times{}^0=29{,}4\text{ w/m}^2\times{}^0$$

Inlocuindu-se toate aceste date în formula rezistenței se obține

$$R_v'=\frac{1{,}6\times10^{-3}}{74{,}4\times10^{-3}\times0{,}012\times87{,}1\times10^{-3}\times72\times3}+$$
$$+\frac{1}{29{,}4\times0{,}012\times87{,}1\times10^{-3}\times72\times3}$$

$$R_v'=0{,}092+0{,}14=0{,}232^0/\text{W},$$

Rezistența întâmpinată de căldură la ieșirea prin capetele de bobină este:

$$R_v''=\frac{\beta_2}{\lambda_2 l_c u_2 z_s}+\frac{1}{\alpha_{a2} l_c u_2 z_s}$$

l_c = lungimea unui cap de bobină (m).

Izolația capului de bobină este următoarea:

a) 2 straturi bumbac

$\beta_a = 0{,}3 \times 10^{-3}$ m ; $\lambda_a = 0{,}24$ W×m/m²×°C;

b) 2 straturi weissband

$\beta_b = 0{,}3 \times 10^{-3}$ m ; $\lambda_b = 0{,}24$ W×m/m²×°C;

$$\begin{cases} \beta_2 = (0{,}3 + 0{,}3) \times 10^{-3} = 0{,}6 \times 10^{-3}\text{m}; \\ \lambda_2 = 0{,}24 \text{ W}\times\text{m/m}^2\times{}^\circ\text{C}; \\ l_c = 0{,}37 \text{ m}; \\ u_2 = 37{,}1 \times 10^{-3}\text{m}, \end{cases}$$

După Alexeev:

$$\alpha_{a2} = 1{,}33\,(1 + 0{,}5\sqrt{V_{a2}}) \times 10^{-3}$$

Cunoscând că viteza aerului la capetele bobinelor din spre ventilator este 5,60 m/s și la celelalte 0,50 m/s, viteza medie este:

$$V_a = 3{,}10 \text{ m/s}$$

$$\alpha_{a2} = 1{,}33\,(1 \times 0{,}5\sqrt{3{,}10}) \times 10^{-3} = 2{,}5 \times 10^{-3}\text{w/cm}^2\times{}^0 = 25 \text{ w/m}^2\times{}^\circ\text{C}$$

Introducându-se datele în formulă, se obține:

$$R_v'' = \frac{0{,}6 \times 10^{-3}}{0{,}24 \times 0{,}37 \times 87{,}1 \times 10^{-3} \times 72} + \frac{1}{25 \times 0{,}37 \times 87{,}1 \times 10^{-3} \times 72}$$

$$R_v'' = 0{,}001075 + 0{,}0171 = 0{,}018175{}^\circ\text{C/W}$$

Se poate calcula:

$$R_v = \frac{1}{\frac{1}{R_v'} + \frac{1}{R_v''}}$$

$$R_v = \frac{1}{\frac{1}{0{,}232} + \frac{1}{0{,}018175}} = 0{,}01685{}^\circ\text{C/W}$$

Rezistența de trecere a căldurii dela Cu la Fe este dată de relația:

$$R_\beta = \frac{\beta_1}{\lambda_1 \, l_{Fe} \, (m+1) \, n_1 \, z_s}$$

l_{Fe} = lungimea unui pachet de tole (m)

$$R_\beta = \frac{1{,}6 \times 10^{-3}}{74{,}4 \times 10^{-3} \times 0{,}07 \times 4 \times 87{,}1 \times 10^{-3} \times 72} = 0{,}01225{}^\circ\text{C/W}$$

De asemenea

$$R_c = \frac{1}{\alpha_c s_c (m+1)}$$

α_c = coef. de transmisie dela tole în canal perif.;

s_c = suprafața cilindrică ext. a unui pachet;

$s_c = \pi D_e \, l_{Fe} = 0{,}596 \times 0{,}07 \, \pi = 0{,}135$ m²

După Alexeev:

$$\alpha_c = 0{,}85 \times 1{,}42\,(1 + \sqrt{V_a}) \times 10^{-3} \text{ W/cm}^2\times{}^\circ\text{C},$$

In canalul periferic, viteza medie este:

$$V_a = 1{,}78 \text{ m/s}$$

$$\alpha_c = 0{,}85 \times 1{,}42\,(1 + \sqrt{1{,}78}) \times 10^{-3} = 2{,}83 \times 10^{-3} \text{ W/cm}^2\times\text{C}^0$$

$$R_c = \frac{1}{28{,}3 \times 0{,}135 \times 4} = 0{,}0655{}^\circ\text{C/W}$$

Căldura din fierul statorului se mai evacuează pe două căi: prin suprafața laterală a pachetelor de tole și prin suprafața distanțorilor de tablă dintre ele. Se calculează rezistențele respective:

$$R'_l = \frac{1}{\alpha_l \, s_l \, (\text{m} + 1)}$$

$$s_l = \left[\frac{\pi}{4}\left(D_e^2 - D_i^2\right) - z_s \, l_q \, h_q\right] \times 2$$

$l_q \, h_q$ = dimensiunile crestăturii.

α_l, coeficientul de transmisie în canalele radiale se ia după curba dată mai jos, recomandată de către Alexeev și Liwschitz.

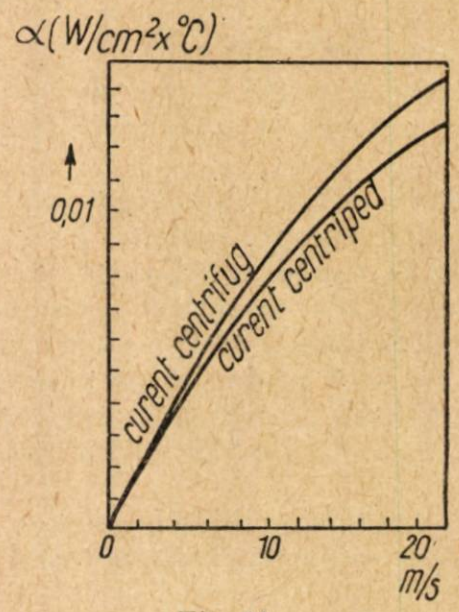


Fig. 11.

Mai sus s'a determinat viteza aerului:

$$V_a = 6{,}85 \text{ m/s}$$

Pentru această viteză, se găsește pe curbă:

$$\alpha_l = 65 \text{ W/m}^2\times{}^0$$

In consecință:

$$R'_e = \frac{1}{65 \times 0{,}21 \times 4} = 0{,}0183{}^\circ\text{C/W}$$

Analog, considerându-se distanțele așezate la fiecare crestătură

$$R''_l = \frac{1}{\alpha_l \, \sigma \, m \times z_s}$$

τ = suprafața radiantă a unui distanțor.

$$\sigma = (D_e - D_i) \, b_v;$$

$$\sigma = (0{,}595 - 0{,}433) \times 0{,}012 = 0{,}00194\text{m}^2;$$

$$R''_l = \frac{1}{65 \times 0{,}00154 \times 3 \times 72} = 0{,}033 \, {}_0/\text{W}$$

Compunându-se aceste 2 rezistențe în paralel, se găsește:

$$R_l = \frac{1}{\frac{1}{0{,}0183} + \frac{1}{0{,}033}} \times 0{,}0118{}^0/\text{W},$$

TABELA 2

Ramura	Natura rezistenții	Secțiunea s (m^2)	Caracteristica rezistenții	$s^2 \times 10^{-3}$ (m^4)	$\zeta \times 10^{-3}$	Z $\left(\frac{mm.coZHD}{m^6/s^2}\right)$
Curentul total	1. Intrare în mașină	0,014	gură drept.	0,196	30	115
	2. 2x cot la 135°	0,0675	—	4,56	2×32	43
	3. Ingustare la capitole de bobine	0,043	$\frac{s_2}{s_1}=0,63$	1,85	17	9
	4. 2x cot la 90°	0,043	—	1,85	2×70	75
	5. Intrare în ventilator	0,079	$\frac{s_1}{s_2}=0,54$	0,25	13	2
	6. Ieșire de ventilator	0,098	$\frac{s_1}{s_2}=0,61$	9,6	10	1
	7. Ieșire din mașină	0,014	gură drept.	0,196	30	153
Curentul periferic	1. Lărgire în fața capetelor de bobine	0,130	$\frac{s_1}{s_2}=0,1$	16,9	50	3
	2. Cot la 90°	0,130	—	16,9	70	4
	3. Intrare în canal periferic	0,0675	$\frac{s_2}{s_1}=0,52$	4,56	22	5
	4. 2x cot la 135°	0,0675	—	4,56	2×32	14
	5. Frecare în canal periferic	0,6750	$\frac{1}{D}=9,6$	4,56	37,4	8
Curentul prin canalele radiale	1. Strangulare la căpăcel	0,05	$\frac{s_1}{s_2}=0,28$	2,5	32	13
	2. Intrare canal rotor	0,049	$\frac{s_2}{s_2}=1$	2,4	—	—
	3. Frecare canal rotor	0,049	$\frac{1}{D}=3,85$	2,4	15	6
	4. Cot la 90°	0,049	—	2,4	60	29
	5. Intrare canal radial	0,0108	$\frac{s_2}{s_1}=0,63$	0,117	30	260
	6. Frecare canal radial	0,0174	$\frac{1}{D}=16,2$	0,27	64,1	238
	7. Ieșire canal radial	0,0675	$\frac{s_1}{s_2}=0,33$	4,56	27	1
	8. Cot la 90°	0,0675	—	4,56	70	15

Rezistența termică echivalentă a fierului va fi deci:

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_l}} = 0,0097^0/W$$

Rezumându-se datele:

$$\begin{cases} R_v = 0,01685\ ^\circ/W & P_{Cu} = 2525\ W \\ R_\beta = 0,01225\ ^\circ/W & P_s = 540\ W \\ R = 0,0097\ ^\circ/W & P_{Fe} = 1815\ W \end{cases}$$

Se calculează imediat supra-temperatura medie a Cu:

$$\theta_{cu} = \left(2795 \times \frac{0,01225 + 0,0097}{0,01225 + 0,0097 + 0,01685} + 1815 \times \frac{0,0097}{0,01225+0,0097+0,01685}\right) \times 0,01685$$

$$\theta_{Cu} = 34^0,2$$

Incălzirea aerului la ieșire se calculează cu relația :

$$\Delta\theta = \frac{P}{cV}$$

Din calculul ventilaţiei:

$$V = 0{,}24 \text{ m}^3/\text{s}$$

P = suma pierderilor din părţile active ale maşinei (kcal/s)

c = 0,313 kcal/m³×°= căldura specifică a aerului

V = debitul de aer (m³/s)

$$\Delta\theta = \frac{8440}{4190 \times 0{,}313 \times 0{,}24} = 26^0{,}8.$$

Pe tot parcursul canalelor de ventilaţie, supratemperatura medie a aerului va fi:

$$\theta_0 = \frac{1}{2} \times \Delta\theta = 13°{,}4$$

In concluzie, faţă de mediul ambiant, Cu are o supratemperatură:

$$\theta_{Cu} = \theta_{Cu} + \theta_0 = 47^0{,}6$$

Datele dela platforma de încercări, au dat pentru Cu o supra-temperatură medie, determinată prin măsurarea rezistenţei ohmice a bobinelor, de:

$$\theta = 42^0$$

Presupunând că datele de platformă sunt determinate fără nicio eroare, ceea ce nu e cazul, eroarea metodei este:

$$\varepsilon = \frac{47{,}6 - 42}{47{,}6} \times 100 = 13{,}3\%$$

In calculele care s'au mai făcut, niciodată nu s'a obţinut o eroare mai mare de 15% şi totdeauna în plus, ceea ce dă un coeficient de siguranţă proiectantului. Metoda este încă în curs de experimentare.

Calculul acesta al încălzirii unei maşini electrice are mare importanţă. El ne permite nu numai să vedem dacă ne situăm cu temperaturile în limitele admisibile, ci, ceea ce este şi mai important, ne indică unde trebue să acţionăm ca să avem o cât mai bună evacuare a căldurii. Acest lucru ar permite o mai judicioasă utilizare a materialelor, admiţându-se densităţi mai mari de curent în conductori şi inducţii mai ridicate.

Astăzi, când am păşit deja la realizarea primului nostru plan cincinal, este datoria fiecărui om al muncii de a îmbunătăţi pe cât posibil calitatea produselor. Ar fi de dorit deci, ca toţi tehnicienii noştri să ia în considerare această metodă şi s'o aplice în calculele lor. Astfel, sprijiniţi încă odată de experienţa sovietică, vom realiza mari economii, ce va ajuta industria noastră socialistă în plină desvoltare, micşorând preţul de cost al maşinilor.

ПРАКТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАГРЕВА И ВЕНТИЛЯЦИИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Резюме

Вопрос расчета нагрева электрической ротационной машины всегда был щекотливым вопросом. Советский конструктор Алексеев, основываясь на существующей аналогии между тепловыми и электрическими процессами нашел довольно простой способ, который позволяет расчитать температуры машин в режиме постоянного действия.

В статье вкратце описывается метод численого расчета, основанного на работах и результатах опытов, произведенных Алексеевым.

Сначала производится расчет вентиляции для чего используется гидродинамическая схема замещения машины. Автор статьи настаивает на графическом решении этой схемы, т. к. аналитический метод приводит к очень трудоёмкому расчету. Узнав расход воздуха в различных каналах машины выводятся соответствующие скорости и, следовательно, и коэфициенты теплопередачи, которые находятся в зависимости от них. Теперь тепловые уравнения немедленно дают искомые температуры.

В статье приведено применение расчета асинхронного двигателя. Однако, этот метод является общеприменимым, с незначительными изменениями, ко всем электрическим ротационным машинам.

Lexiconul Tehnic Român ★ Vol. II ★ (DH)

986
pagini * Lei
3000

Cuprinde 8863 termeni tehnici şi ştiinţifici cu definiţiile respective, însoţite de un mare număr de figuri şi traducerea termenilor definiţi în limbile: rusă, franceză, germană, maghiară şi engleză. Cele două volume din Lexiconul Tehnic Român apărute până azi alcătuesc pentru tehnicienii din R.P.R., o călăuză sigură pentru cunoaşterea fenomenelor care au loc în procesele de producţie şi în cercetările ştiinţifice.

Editura Tehnică * Bucureşti

PROTECŢIA SISTEMELOR ENERGETICE CONTRA SUPRATENSIUNILOR ATMOSFERICE

Studiul comportării diverselor sisteme de protecţie contra supratensiunilor atmosferice nu se poate face decât pe cale statistică. Asemenea date statistice au fost culese în U.R.S.S. în decursul anilor 1946—1947, cercetarea acestui material constituind verificarea obiectivă a justeţei ipotezelor admise. Concluziile culese au fost expuse de prof. V. V. Burgsdorf în Electricestvo Nr. 2, 1949, pag 21—34, şi ele vor interesa în cel mai înalt grad pe tehnicienii noştri, mai ales acum când păşim la electrificarea ţării. Pentru generalizare, toate rezultatele au fost raportate la 20 zile furtunoase pe an şi la lungimi de linii de 100 km.

Linii de 110—220 kV. cu fir de pământ. In toate cazurile s'a dovedit că liniile cu fir de pământ permit un coeficient de siguranţă mai mare decât celelalte categorii de linii. Anume, pe liniile 220 şi 154 kV numărul specific de declanşări a fost de 0,06 în cazul liniilor cu suporţi metalici şi cu fir de pământ, 2,35 în cazul aceloraşi linii cu protecţie incompletă prin fir de pământ şi 3,25 în cazul că nu au fir de pământ. Liniile de 220—154 kV asigură la maximum transportul de energie, fapt confirmat de constatarea că numărul specific de declanşări pe aceste linii este apreciabil mai mic decât pe liniile 110 kV, deşi şi acestea prezintă o mare siguranţă în exploatare. Peste 50% din declanşări s'au produs în cazul liniilor cu unghiul de protecţie exagerat de mare (aproape de 45°) precum şi datorită acelor porţiuni de linii care aveau rezistenţe de punere la pământ prea mari. Datele obţinute din exploatarea liniilor aeriene arată o creştere însemnată a avariilor produse pe linii pentru unghiuri de protecţie de 40° chiar dacă punerile la pământ sunt bune.

Alegerea unghiului de protecţie se face pe baze de criterii tehnico-economice şi anume se vor alege unghiuri de protecţie mici în cazul că acest fapt nu duce la investiţii suplimentare mari. In caz contrar, unghiurile de protecţie pot fi mărite. In cazul liniilor cu conductorii aşezaţi în plan orizontal şi cu două fire de pământ, înălţimea firului de pământ deasupra conductorilor rezultă din formula:

$$h = \frac{S}{\text{tg}\,\alpha + \text{tg}\,\beta},$$

unde: S = distanţa între conductori; α, β = unghiul de protecţie pentru conductorul extrem şi pentru cel **din mijloc.**

După cercetările lui A. A. Acopian $\text{tg}\,\beta \geqslant 2$. Se poate arăta că pentru liniile de 220 kV ($S = 7$ m) înălţimea h a firului de pământ creşte abia cu 25 cm în cazul că se trece dela unghiul exterior de protecţie $\alpha = 30°$ la unul $\alpha = 20°$. Deoarece practic nu se poate vorbi de o scumpire a construcţiei, în acest caz se recomandă un unghiu de protecţie, a conductorului exterior, de 20—25°. Pentru liniile de 110 kV pe suporţi de lemn, ţinând seama numai de unghiul de protecţie, firul de gardă s'ar putea monta direct pe traversă. Această soluţie nu este admisibilă din punct de vedere practic din cauza pericolului producerii arcurilor la pământ în timpul balansării conductorilor. Deaceea firul de pământ trebue montat pe piciorul suportului şi pentru a evita o alungire excesivă a lui este raţional a folosi un unghi de protecţie de ordinul 35°.

Având în vedere importanţa deosebită a liniilor de 220 kV şi scumpirea relativ mică a acestor linii prin introducerea protecţiei prin fire de pământ, folosirea lor la această tensiune este recomandată.

Pentru liniile de 110 kV fire de pământ se recomandă a fi folosite în primul rând pe liniile cu 2 circuite. Numărul N de lovituri directe căzute în 20 zile furtunoase pe 100 km de linie rezultă din formula $N = (0{,}8—2{,}3)\,h$, h fiind înălţimea medie a liniei în metri, coeficientul numeric depinzând de factori fizico-meteorologici. In cazul liniilor cu două circuite înălţimea h rezultând mai mare, acestea sunt mai expuse ca cele cu un singur circuit iar defectele produse pot atinge ambele circuite.

Linii pe suporţi de lemn şi mixti fără fir de pământ

Funcţionarea liniilor pe suporţi de lemn este foarte favorabilă în special la liniile de 110 kV, în care caz numărul specific de declanşări este egal cu unitatea, totuşi mult mai mare decât în cazul că linia ar fi prevăzută cu fir de pământ. Defectele produse la izolatori, conductori şi lemnărie sunt de regulă neînsemnate. Cele mai frecvente defecte se produc prin arderea conductorilor, urmând apoi despicarea traverselor şi căderea conductorilor la pământ. Concepţia iniţială că aceste linii ar fi necorespunzătoare, s'a bazat pe faptul că în perioada 1931—1936 s'au produs numeroase defecte datorite în primul rând prezenţei unor puncte slabe ca: punerea la pământ a suspensiei lanţului de izolatori, protecţia insuficientă a încrucişărilor, etc.

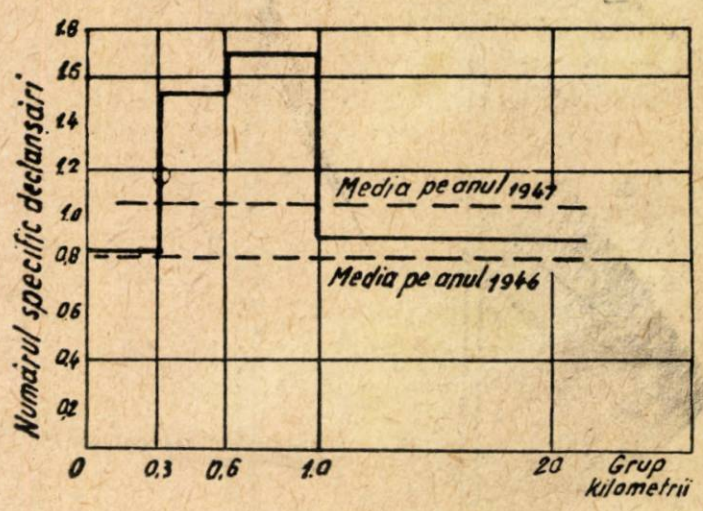


Fig. 1.

In toate cazurile se observă că sporirea numărului de parafulgere pe km de linie nu micşorează numărul de declanşări pe liniile de 110 kV şi nici pe cele de 35 kV (fig 1 şi 2), funcţionarea liniilor fiind mai favorabilă în cazul când nu au niciun fel de protecţie.

Funcţionarea atât de favorabilă a liniilor pe suporţi de lemn şi fără fir de pământ pare a fi datorită micşorării gradientului tensiunii de serviciu, măsurate pe calea conturnării, deci o probabilitate mică ca tensiunea de serviciu să întreţină arcul produs de o descărcare atmosferică, precum şi faptului că linia având o înălţime medie mică este mai puţin expusă acestor descărcări.

Ia cazul liniilor de 110 kV cu suport în formă de Π trăsnetul produce o descărcare între faze, urmată de regulă de o scurgere la pământ în cazul loviturilor puternice. Pentru prevenirea unui scurt-circuit este raţional micşorarea gradientului de potenţial pe calea

conturnării spre pământ, coordonând astfel izolaţia pe suport. O asemenea construcţie este arătată în fig. 3, coordonarea fiind realizată prin montarea a doi distanţieri de lemn, fixaţi pe picioarele suportului şi având un capăt sub conductorii extremi.

Majoritatea covârşitoare a loviturilor, atingând conductorii extremi, produc străpungerea spaţiului

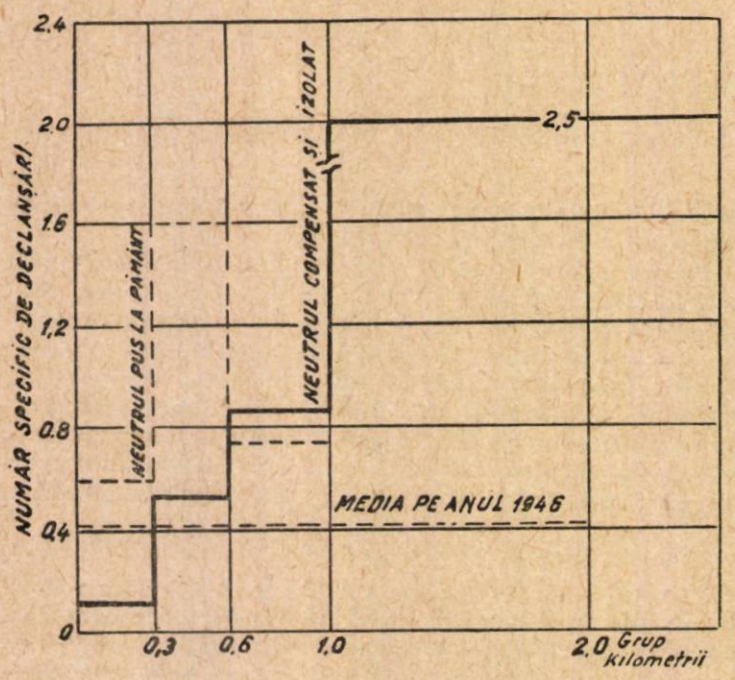


Fig. 2.

dintre aceşti conductori şi distanţieri, iar descărcarea este dirijată prin piciorul suportului spre pământ. Probabilitatea transformării arcului de impuls într'un arc de forţă alimentat de tensiunea de serviciu este de 10 ori mai mică decât în cazul că suportul nu e prevăzut cu aceşti distanţieri. Alt avantaj al folosirii

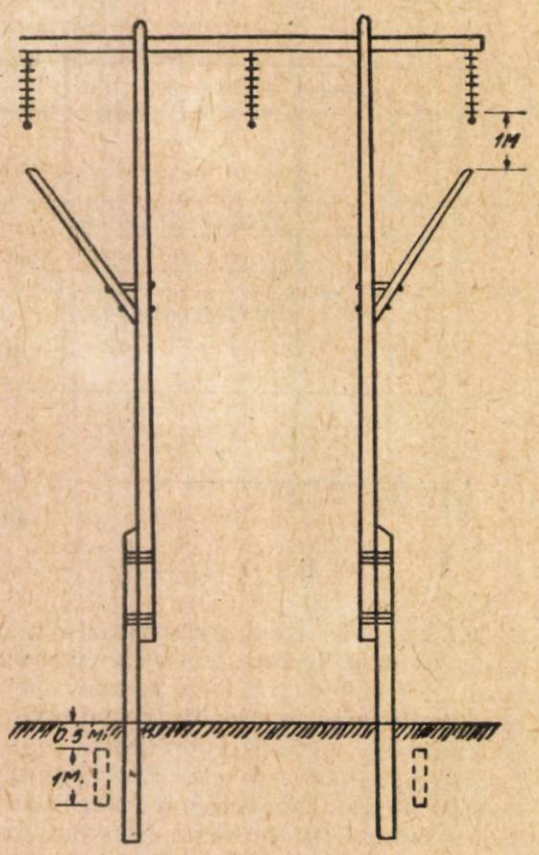


Fig. 3.

acestor distanţieri constă în faptul că descărcarea are un drum puţin periculos, ocolind izolatorii şi traversele. In acest mod gradul de protecţie al liniei este echivalent cu cel al liniilor cu fir de pământ. Costul distanţierilor este neînsemnat, ei se pot confecţiona din rămăşiţe de lemn şi se pot monta atât în timpul construcţiei liniei cât şi în timpul exploatării ei. Pe liniile de 35 kV gradienţii tensiunii de servici fiind mici, această măsură de coordonare nu este necesară decât pe porţiuni deosebit de expuse avariilor.

Parafulgerile, ca aparate de înaltă tensiune, sunt puţin eficace în ceeace priveşte protecţia, iar siguranţa lor este redusă. Funcţionarea lor, ca aparate de protecţie, se bazează pe prevenirea străpungerii izolaţiei liniei, constituind un drum de rezistenţă mai mică către pământ, precum şi pe şuntarea arcului care s'ar fi format în apropiere. Prevenirea străpungerii izolaţiei este eficace numai dacă este atins suportul care posedă parafulgerul, acţiunea sa fiind practic nulă în cazul că este atins al treilea suport (începând dela cel prevăzut cu parafulger). Acţiunea de şuntare a arcului este determinată de căderea de tensiune în parafulger precum şi de durata de 3—10 perioade de ionizării necesare canalului creat de arc. Practica a dovedit că în cel puţin 75% din cazuri parafulgerele nu au şuntat eficace arcul creat la o distanţă de 1—2 deschideri, câteodată nici arcul creat între faze pe suportul propriu, în special la punctele de transpunere.

Declanşarea liniilor prin parafulgere se datoreşte funcţionării îndelungate a lor (mai mult de 0,5—1 perioade în care timp arcul ar trebui să fie stins) precum şi defectării lor. Arcul este menţinut timp îndelungat în cazul funcţionării în paralel a mai multor parafulgere. Defectarea se produce prin uzura electrozilor şi mărirea distanţei dintre ei. In cazul utilizării în masă a parafulgerelor, numărul unor astfel de cazurl poate fi însemnat şi se ajunge la situaţia că numărui declanşărilor prin parafulgere va fi de acelaş ordin de mărime ca şi în cazul liniilor fără nicio protecţie.

Parafulgerele tubulare trebue folosite numai pentru protecţia staţiilor împotriva undelor de şoc şi pentru protecţia punctelor mai slab izolate. Incrucişările şi transpunerile trebue astfel făcute încât să se evite folosirea parafulgerelor.

In general, introducerea dispozitivelor de reanclanşare automată asigură o siguranţă de exploatare apropiată de cea a liniilor cu fir de pământ, mai ales dacă se prevăd distanţieri.

In aceste condiţiuni protecţia prin fire de pământ nu este raţională.

Linii de 110—220 kV cu suporţi metalici şi fără fir de pământ.

Sunt expuse descărcărilor atmosferice. Cazurile de conturnare a izolatorilor şi cele în care arcul de impuls se transformă într'un arc de forţă sunt foarte frecvente.

Datele culese nu au fost suficiente pentru formarea unei păreri în această direcţie. O măsură foarte eficace este reanclanşarea automată, deoarece cazurile în care se produc defecte permanente sunt foarte rare. Reanclanşarea se va face pentru fiecare fază, majoritatea defectelor atingând o singură fază.

Comportarea liniilor din punct de vedere al izolaţiei punctului neutru.

Datele culese se referă la liniile de 35 şi 22 kV. Numărul specific de declanşări este mai mare în cazurile în care punctul neutru este pus direct la pământ decât în cazurile în care este compensat sau izolat.

Funcţionarea parafulgerelor tubulare.

Cazurile în care parafulgerele s'au deteriorat se ridică în medie 2—9% din numărul celor intrate în funcţie. Defectarea sau distrugerea parafulgerelor se produce prin depăşirea limitei superioare a curentului admis, deaceea numărul celor distruşi este mare în cazurile în care această limită este mică. Statisticele arată că 1% din trăsnete au o intensitate cuprinsă între 120 şi 240 kA. Se ajunge astfel la concluzia că parafulgerele nu prezintă destulă siguranţă pentru a putea fi utilizate în masă.

Reanclanşarea automată pe timp de furtună.

Reanclanşarea automată constitue în majoritatea cazurilor un mijloc eficace de evitare a întreruperii func-

ționării liniilor. Cazurile în care manevra este corespunzătoare precum și defectele care se produc rezultă din tabela de mai jos.

Se deduce că reușita reanclanșării automate este îndoielnică numai în cazul liniilor de 35 și 22 kV, cu

Stricăciuni în instalațiile de distribuție.

Stricăciunile produse instalației au avut loc în majoritatea cazurilor (93%) datorită nerespectării prescripțiilor privind protecția contra supratensiunilor și

Linii	Linii de 220-154 kV cu și fără fir de pământ pe suporți metalici sau mixti	Linii de 110 kV			Linii de 35 kV pe suporți de lemn fără fir de pământ, distanța între faze 2,5—4 m	Linii de 35 și 22 kV cu izolația slăbită între faze (distanța între faze 1,5—2 m) sau cu traverse metalice
		Cu fir de pământ pe suporți metalici de lemn sau mixti	Fără fir de pământ			
			Cu suporți de lemn sau mixti	Cu suporți metalici		
Declanșări care admit o reanclanșare automată	100%	85%	90%	100%	90%	—
Caracterul predominant al scurt circuitelor	70% monofazice	Monofazice	Circa 33% între două faze și pământ	Monofazice	Intre două faze	bi și trifazate ca urmare a izolației slabe
Caracterul deteriorărilor produse	La izolatori, la traverse și piciorul suportului metalic dacă linia nu are fir de pământ	La izolatori, traverse și firul de pământ	La izolatori, arderea conductorilor, aprinderea traverselor, despicarea traverselor și căderea conductorilor la pământ, căderea suporților		La izolatori, traverse și căderea conductorilor pe pământ	La izolatori, arderea și căderea conductorilor, traverse și suporți

izolație slabă între faze. In celelalte cazuri defectele însemnează în medie cel mult 15%.

Din studiul a 83 cazuri de intrare în funcțiune a dispozitivului de reanclanșare automată, pe timp de furtună, s'a constatat că 70% din manevre au reușit, 15% din cazurile în care manevra nu a reușit sunt datorite imperfecțiunii schemelor de protecție și nefuncționării dispozitivului de reanclanșare automată, restul de 15% sunt datorite defectelor permanente produse pe linie.

Pe liniile de 220 kV dispozitivul a funcționat cel mai bine și în toate cazurile s'a întrerupt o singură fază.

anume fie o protecție insuficientă la intrarea liniilor în stații, fie lipsa protecției în stație, fie ambele simultan. Restul stricăciunilor sunt datorite nerespectării normelor de montare și aparatajului vechi, cu izolație slăbită.

Stațiile cele mai expuse sunt acelea la care liniile au o izolație cu un nivel ridicat (dacă nu se respectă prescripțiile de protecție), precum și cele de importanță secundară, la care nu se acordă suficientă atenție problemei protecției.

Ing. M. Popa

PROGRESE ÎN PRODUCEREA MATERIALELOR MAGNETICE*)

Problema materialelor magnetice interesează de aproape industria de mașini și aparate. In toate țările cu o industrie desvoltată obținerea unor materiale cu caracteristice favorabile fiecărui caz particular de funcționare a fost urmărită atât teoretic cât și practic. Prin folosirea acestor materiale se urmăresc două scopuri principale: mărirea randamentului mașinilor și aparatelor, precum și reducerea dimensiunilor și implicit a greutății lor.

A) OȚELURI ELECTROTEHNICE IN PLĂCI

a) *Oțelul de transformator laminat la rece* a apărut în anii 1933—1935 și are proprietăți magnetice dirijate. In linii generale acest material este obținut în modul următor: Oțelul, cu 3,25—3,5% Si, este laminat la cald până la grosimea de 2,5 mm, apoi la rece până la aproximativ 0,75 mm. Foile obținute sunt încălzite câteva minute la 900—1 000° într'un cuptor cu bandă rulantă, în atmosferă de hidrogen, laminarea la dimensiunea finală de 0,30—0,35 mm făcându-se la rece. O nouă încălzire la 1 000—1 100° în atmosferă de hidrogen, recristalizează materialul, muchea cristalelor fiind dirijată în lungul laminării. Conținutul de carbon trebue să fie sub 0,005%. Datorită acestei cristalizări materialul are o permeabilitate ridicată, forța coercitivă și pierderi pe ciclu hysteresis mici în direcția de laminare. Se înțelege că aceste proprietăți, în direcție perpendiculară celei de laminare, sunt mai rele decât la oțelul obișnuit laminat la cald, cu cristale neorientate. Folosirea acestor materiale reduce în medie dimensiunile transformatorilor, precum și greutatea lor cu 20—25%. La dimensiuni egale puterea transformatorului devine mai mare.

b) *Oțelul silicios laminat la cald.* Ameliorarea calităților lui s'a urmărit pe calea îmbunătățirii procesului de fuziune, laminare și tratament termic final. In U.R.S.S. se produc oțeluri de transformatori și dinam a căror calitate nu este întrecută nici de cele mai bune oțeluri americane sau englezești. In tabelă sunt date caracteristicele câtorva oțeluri din alte țări.

*) După « Electricestvo » Nr. 6, 1949, pag. 68—73.

c) *Aliaje fier-cobalt.* Sunt necesare în cazurile în care se impune ridicarea inducției în dinți. Prin adause de 35—50% cobalt se obțin saturații cu 10—12% mai mari decât la fierul obișnuit. Aceste aliaje sunt casante și se laminează greu. Adausul de crom sau vanadiu micșorează oarecum saturația aliajului, îl face însă ductil și laminarea devine posibilă până la grosimi de 0,025 mm. Fiind scumpe, aceste aliaje sunt recomandate numai la construcții speciale, cum ar fi de exemplu la electromotoarele și generatoarele din aviație, greutatea lor reducându-se cu 10—12%. Conținutul maxim de carbon trebue să fie 0,005%, iar cel de sulf și mai mic (dacă se poate). Se cunosc mărcile comerciale « permendiur » (49% Co, 49% Fe, 2% V) și « hiperco » (35% Co, 0,5% Cr, 1% V, 63,5% Fe). La inducție peste 14 000 Gauss aliajul « hiperco » are pierderi mai mici decât tola de dinam cu 1% Si.

d) *Aliaje fier-nichel.* Sunt caracterizate prin buna permeabilitate magnetică și prin pierderi mici prin hysteresis (supermalloi, mumetal, hipernic, rometal). Recent s'a realizat un nou aliaj-supermallor cu 79% Ni, 5% Mo, 0,5% Mn, restul fier. Șarja este topită în cuptorul cu vid și turnată în mediu neutru (heliu sau azot), aliajul este apoi laminat atât la rece cât și la cald, după care este carburat la 1 300° în atmosferă de hidrogen. La grosimea de 0,35 mm aliajul are permeabilitate maximă de 600 000—1 200 000, la inducția de 5 000 Gauss pierderile sunt mai mici de 5 ergi/cm³ și ciclu.

B) MATERIALE PENTRU MAGNEȚI PERMANENȚI

S'a urmărit realizarea materialelor cu inducția remanentă, forță coercitivă și energie magnetică mare. S'au folosit aliaje de fier-volfram, fier-crom, fier-nichel-aluminiu, cupru-nichel-fier, cupru-nichel-cobalt și altele. Unele din aliajele cu caracteristice favorabile aveau însă defectul de a nu putea fi prelucrate prin presare sau așchiere. In ultimii 15 ani s'au remarcat trei tendințe principale:

— ridicarea calităților magnetice fără a ține seamă de proprietățile lor de prelucrare mecanică;

— obținerea de aliaje cu înalte calități magnetice putând fi prelucrate prin așchiere;

— obținerea unor metode tehnologice noi care să permită producerea magneților sub orice formă și mărime, pe scară industrială și la preț scăzut.

a) *Aliaje cu energie magnetică mare.* Se obțin prin încălzirea unor aliaje de fier, aluminiu, nichel, cobalt (eventual cu adaus de cupru și titan) și răcire într'un puternic câmp magnetic (prelucrare termomagnetică). Este caracteristic aliajul Ticonal G având o energie magnetică (BH) max = 5,7 × 10⁶ Gauss-Örstedt, o inducție remanentă de 13 480 Gauss și o forță coercitivă de 580 Örstedt, în timp ce aliajele fier-volfram aveau respectiv 0,25—0,32 × 10⁶ Gauss-Örstedt, 9 200—10 500 Gaus și 65—74 Örstedt. Cu câteva excepții aceste materiale sunt anizotrope și nu pot fi prelucrate prin presare sau tăiere.

b) *Aliaje deformabile cu proprietăți coercitive deosebite.* Sunt deosebit de importante în special în construcția magneților de dimensiuni mici, deoarece aliajele aluminiu-nichel-cobalt (alnico), fiind fragile, se prelucrează greu. Se folosesc ca aliaje cupru-nichel-fier (Cunife),

	Grosimea mm	Carbon %	Siliciu %	Pierderi maxime la 50 Hz și o inducție de 10000 Gauss W/kg	Observații
Anglia	0,35	0,03	4,3	1,08	
Germania	0,35	0,02—0,03	4,2—4,6	0,9	Produs în cuptor Siemens-Martin sau convertizorul Bessemer apoi afinat prin retopire în cuptor electric cu arc voltaic
U.S.A.		0,01		sub 1,08	După ultima laminare este decarburat în scopul reducerii procentului de C la 0,01%
			peste 5%	0,8	Conține până la 0,5% aluminiu

(dacă se poate). Se cunosc mărcile comerciale « permendiur » (49% Co, 49% Fe, 2% V) și « hiperco » (35% Co, 0,5% Cr, 1% V, 63,5% Fe). La inducție peste 14 000 Gauss aliajul « hiperco » are pierderi mai mici decât tola de dinam cu 1% Si.

d) *Aliaje fier-nichel.* Sunt caracterizate prin buna permeabilitate magnetică și prin pierderi mici prin hysteresis (supermalloi, mumetal, hipernic, rometal). Recent s'a realizat un nou aliaj-supermallor cu 79% Ni, 5% Mo, 0,5% Mn, restul fier. Șarja este topită în cuptorul cu vid și turnată în mediu neutru (heliu sau azot), aliajul este apoi laminat atât la rece cât și la cald, după care este carburat la 1 300° în atmosferă de hidrogen. La grosimea de 0,35 mm aliajul are permeabilitate maximă de 600 000—1 200 000, la inducția de 5 000 Gauss pierderile sunt mai mici de 5 ergi/cm³ și ciclu.

B) MATERIALE PENTRU MAGNEȚI PERMANENȚI

S'a urmărit realizarea materialelor cu inducția remanentă, forță coercitivă și energie magnetică mare. S'au folosit aliaje de fier-volfram, fier-crom, fier-nichel-aluminiu, cupru-nichel-fier, cupru-nichel-cobalt și altele. Unele din aliajele cu caracteristice favorabile aveau însă defectul de a nu putea fi prelucrate prin presare sau așchiere. In ultimii 15 ani s'au remarcat trei tendințe principale:

— ridicarea calităților magnetice fără a ține seamă de proprietățile lor de prelucrare mecanică;

— obținerea de aliaje cu înalte calități magnetice putând fi prelucrate prin așchiere;

— obținerea unor metode tehnologice noi care să permită producerea magneților sub orice formă și mărime, pe scară industrială și la preț scăzut.

a) *Aliaje cu energie magnetică mare.* Se obțin prin încălzirea unor aliaje de fier, aluminiu, nichel, cobalt (eventual cu adaus de cupru și titan) și răcire într'un puternic câmp magnetic (prelucrare termomagnetică). Este caracteristic aliajul Ticonal G având o energie magnetică (BH) max = 5,7 × 10⁶ Gauss-Örstedt, o inducție remanentă de 13 480 Gauss și o forță coercitivă de 580 Örstedt, în timp ce aliajele fier-volfram aveau respectiv 0,25—0,32 × 10⁶ Gauss-Örstedt, 9 200—10 500 Gaus și 65—74 Örstedt. Cu câteva excepții aceste materiale sunt anizotrope și nu pot fi prelucrate prin presare sau tăiere.

b) *Aliaje deformabile cu proprietăți coercitive deosebite.* Sunt deosebit de importante în special în construcția magneților de dimensiuni mici, deoarece aliajele aluminiu-nichel-cobalt (alnico), fiind fragile, se prelucrează greu. Se folosesc ca aliaje cupru-nichel-fier (Cunife), cupru-nichel-cobalt-fier (Cunico), fier-platină, cobalt-platină, cobalt-vanadiu-fier (vaikeloi). Aliajul cobalt-platină are o forță coercitivă de 2 700 Örstedt, o energie magnetică de 4 × 10⁶ Gauss-Örstedt însă inducția remanentă de numai 4 500 Gauss.

c) *Materiale obținute prin metodele metalurgiei pulberilor.* Sunt obținute din aliaje de tip aluminiu-nichel-cobalt și cele asemănătoare, sub formă de praf, pe cale metalo-ceramică. Se obțin magneți de forme ori cât de complicate, de mărimi mici, nu au nevoie de șlefuiri ulterioare și se pot fabrica în masă. Caracteristicele magneților astfel obținuți sunt cu circa 10% mai mici decât la magneții turnați.

S'au desvoltat de asemenea așa numiții magneți-oxizi, obținuți prin presare și coacerea unui amestec de oxid de fier și cobalt în pulbere, care au o inducție remanentă mică, o forță coercitivă mare, sunt foarte ușori și din această cauză energia magnetică pe unitatea de greutate este remarcabilă (vectolait, keslox).

In fine, s'au obținut magneți presați, prin presarea unei pilituri de aliaj cu bune proprietăți coercitive și cu un anumit liant (tromalit).

C) MIEZURI METALO-CERAMICE

Sunt folosite în radiotehnică din cauza condițiilor particulare de lucru și se realizează prin presarea unui amestec de pilitură fero-magnetică cu un dielectric oarecare. Aceste miezuri denumite magneto-dielectrice sunt folosite cu succes în intervalul 100 Hz la 100 MHz. Pentru micșorarea pierderilor prin curenți Foucault, pulberea trebue să fie foarte fină, izolația să fie bună între granule, materialul din care e făcută pulberea trebue să aibă o rezistivitate mare. Marele lor neajuns constă în faptul că au permeabilitatea mică (100—200 pentru miezuri în formă de tor). Pentru a depăși permeabilitatea de 10—20 sunt necesare presiuni de 3—20 tone/cm².

Ing. C. Popa

R E C E N Z I I

I. SZABLYA: *Aplicațiile materialelor magnetice speciale. Transductori.* Electrotehnica Budapesta Nr. 4 Aprilie 1950 pp. 105—111 publicat în Bul. Min. Energiei 1951 Nr. 2 în limba română.

Autorul studiază câteva aliaje magnetice cari au o curbă de saturație frântă. Ele sunt folosite în aparatajul de măsură, de comandă și de reglaj. Aparatele construite cu astfel de materiale magnetice au fost numite transductori. Se studiază actualmente posibilitatea de introducere în rețelele de înaltă tensiune.

Sunt arătate analizele și metodele de preparare ale câtorva din aceste materiale magnetice. Aliajul 50% Fe și 50% Ni este topit și turnat în vid, apoi supus unei temperaturi înalte în mediu de hidrogen pentru a se elimina complet carbonul și oxigenul (rămâne sub 0,01%). Se vălțuește la cald la 6 mm și la rece la 0,03—0,05 mm. Ultimul tratament termic durează două ore și se face la 1000—1150°C.

Un alt aliaj format din 70% Ni, 22,4% Fe și 7% Co (7—70 Perminvar) dă, după tratament în câmp magnetic, o curbă de magnetizare frântă. In fine, fierul foarte curat, aliat cu 5% Si și răcit într'un câmp 0,3 Oersted, este deasemenea un aliaj care are curba de magnetizare frântă.

Forma curbelor histeresis se poate influența prin eforturi mecanice, în special prin tracțiune.

Autorul arată apoi domeniul mare de aplicare a acestor materiale magnetice de mare permeabilitate, putând avea mari schimbări de flux fără a modifica practic curentul de magnetizare; pe de altă parte curentul putând varia brusc fără o variație apreciabilă a fluxului, se poate obține puncte de frângere în variația în timp a mărimilor electrice din circuit. Aceste calități fac materialul propriu pentru comandă, reglaj, etc.

Domeniul de utilizare a acestor materiale magnetice este împărțit în două sectoare: unele fără și altele cu premagnetizare prin curent continuu. Autorul desvoltă apoi instalațiile comandate prin c.c, numite «transductori» și dă o serie de scheme de conexiuni.

O grupă de transductori are excitația exterioară, excitația de reglaj fiind luată dela o priză a transformatorului; o a doua are autoexcitație, reglajul făcându-se de însuși circuitul principal; o a treia cuprinde transductorii cu excitație auxiliară.

Autorul dă ample indicații de utilizare a transductorilor: reglajul de tensiune al generatorilor de curent alternativ, instalații de semnalizare, etc. și scoate în relief avantajele lor: marea capacitate de reglaj, randamentul 80—90% și folosirea de curent de comandă foarte mic.

SÂROMEATNICOV I. A.: *Regimurile de funcționare a motoarelor asincrone* (239 pag.). (Editura G E I 1950).

Materialul cuprins în această carte este bazat pe date practice, culese de autor dela diversele centrale electrice și se referă la motoarele din serviciile auxiliare ale acestor centrale. Dar el poate fi folosit și pentru alte domenii de utilizare a acestor motoare.

La începutul cărții sunt studiate proprietățile de bază și caracteristicele mecanice ale motoarelor asincrone, precum și metodele practice pentru determinarea lor, mai ales în exploatare. Se studiază caracteristicele termice ale motoarelor în legătură cu suprasarcinile, durata de funcționare și siguranța motorului, problemele de pornire a motoarelor, precum și de autolansare după restabilirea tensiunii în rețea. După regimurile normale de funcționare sunt analizate regimurile anormale, ca: funcționarea la devierea frecvenței și a tensiunii dela valorile nominale, precum și regimurile asimetrice (scurt circuit monofazic, ruperea unei faze în înfășurarea statorului sau rotorului). In încheiere sunt expuse schematic, prescripțiile încercărilor de recepție și exploatare a motoarelor asincrone.

Cartea cuprinde mult material inedit și este foarte utilă tehnicienilor din exploatare.

CUPRAKOV N. M.: *Despre economia de energie electrică la încălzirea grătarelor de reținere din uzinele hidroelectrice.* (Elektriceskie Stanții. Iunie 1950, pp. 11—13, diagr. 1).

Puterea corespunzătoare energiei electrice, necesară pentru scopul de mai sus, se ridică la 3—10% din puterea uzinei și reprezintă deci un element destul de important în economia ei, cu atât mai mult cât maximul ei coincide adeseori cu un minimum de debit (în perioada de îngheț). O construcție potrivită a grătarelor poate reduce considerabil energia necesară pentru încălzirea lor. Date comparative arată economia de putere realizată după modificarea construcției grătarului (mărirea distanței între bare). Alegerea densității de curent poate de asemenea influența consumul de energie, precum și determinarea cât mai exactă — prin aparate potrivite — a începerii și duratei, de funcționarea încălzirii. Există și dispozitive, care realizează o automatizare completă în această privință.

BERENSTEIN S. A.: *Despre folosirea cenușii și sgurii din uzine termoelectrice.* (Elektriceskie Stanții, Iunie 1950, pp. 24—25, diagr. 2).

Problema folosirii cantităților importante de cenușe și sgură care rezultă ca produs secundar în exploatarea uzinelor termoelectrice (s. expl. 160—200 t/24 h la un cazan de 160/200 t/h) a fost cercetată de numeroase institute științifice. In primul rând se pot utiliza ca adaus în compoziția betoanelor, reducând astfel consumul de ciment. O tabelă rezumă datele cu privire la posibilitatea de folosire a betoanelor corespunzătoare (destinația, compoziția în ciment, cenușe, nisip, pietriș; rezistența în kg/cm² după 28 zile). S'au folosit de asemenea sgurile și cenușile ca materiale de construcție fără adaus de ciment.

COMELKOV V. S. și LIFȘIT A. M.: *Influența barierelor (ecranelor) asupra desfășurării fenomenului descărcării electrice în distanțe de străpungeri lungi.* (IZD. ACAD. NAUC. Oct. 1950, pp. 1463—1474).

Faptul că rigiditatea dielectrică a unei distanțe de străpungere poate fi îmbunătățită prin intercalarea de bariere (ecrane) subțiri este cunoscut de mai mult timp. Sunt studiate legile de bază ale acestui fenomen (rolul felului tensiunii, — alternativă, continuă, de impuls —, a formei câmpului electric, a așezării și materiei barierelor).

Descărcările se explică ca un fenomen, care se petrece în două etape: etapa inițială cu forma de canale ionizate, cu luminozitate foarte redusă (așa zise «streamere»), înguste la polaritate pozitivă, largi la polaritate negativă și care se apropie de o descărcare luminiscentă; unele din aceste «streamere» se desvoltă în anumite condiții spre a doua etapă, luând forma de canal de descărcare foarte luminoasă (așa zise «leader-e») cu mare conductibilitate, care se aseamănă cu arcul electric. Străpungerea are loc în momentul când un «leader» atinge electronul de sens opus, sau se contopește cu un «leader» de sens opus.

Barierele determină o transformare a câmpului electric neuniform, produs de acumularea de sarcini în volumul spațiului de străpungeri, într'un câmp plan-paralel. In acest fel barierele contribue în măsură însemnată, la desvoltarea ionizației, de care depinde la rândul ei transformarea canalelor «streamer», în canale «leader», deci însăși descărcarea.

Aceste explicații valabile în cazul general al descărcării între electrozi plan-paralel, nu mai sunt satisfăcătoare pentru cazul general cu electrozi oarecare.

Pentru cercetarea experimentală exactă a fenomenului s'a desvoltat o metodică specială, constând în esență dintr'un dispozitiv permițând obținerea de străpungeri încetinite și observarea și fixarea oscilografică a tuturor fazelor fenomenului.

In concluzie se deduce, că sarcinile acumulate pa barieră, modifică traiectoria descărcării, accentuează discontinuitatea ei (forma în treaptă), frânează descărcarea și prelungește astfel fenomenul de descărcare.

BELIACO M. V.: *Reglarea automată a aroului electric.* (Electricestvo, Dec. 1950, pp. 37—42).

Sunt expuse rezultatele studiului teoretic şi experimental asupra sistemului de reglare automată a arcului electric efectuat asupra unei instalaţii de laborator. In ansamblu, sistemul este compus dintr'un motor de antrenare a unuia din electrozi, o amplidină şi redresori de cuproxid.

Se demostrează că prin acest dispozitiv simplu se poate realiza cu succes o reglare stabilă a arcului electric. Sunt determinate în formă generală relaţiile dintre parametrii care asigură stabilitatea funcţionării acestui dispozitiv. De asemenea se dă indicaţia, că pentru a mări sensibilitatea şi rapiditatea de acţionare a sistemului, trebue să se utilizeze amplitudine supracompensate.

MOCRITZKI F. D.: *Despre lipsa de avantaje în folosirea reţelelor parţial buclate.* (Electricestvo, Dec. 1950, pp. 60—63).

Problema de mult desbătută, a alegerii între sisteme radiale şi sisteme buclate, se redeschide din nou în jurul propunerilor de a folosi reţele semibuclate, cu elemente de legătură simple, manuale (ca spre ex. siguranţe fuzibile).

Analiza tehnico-economică a chestiunii duce la concluzia, că nici noul sistem nu asigură avantaje certe, faţă de sistemul radial. Nu se obţine un regim mai lipsit de întreruperi, în schimb consumul de metale neferoase şi de alte utilaje este cu cca 20—30% mai ridicat.

Mărirea siguranţei în exploatare trebue urmărită în direcţia racordării automate a unităţilor de rezervă, în desăvârşirea măsurilor de exploatare, calitatea utilajului, precum şi în execuţia şi montajul cablelor.

ARONOV R. L.: *Calculul rezistenţelor de pornire pentru elctromotoare de curent continuu.* (Electricestvo, Dec. 1950, pp. 64—65).

Se expune o nouă metodă simplă, pentru a calcula treptele rezistenţei de pornire la motoare de curent continuu (shunt, serie şi compound), dând într'o primă etapă valori aproximate, iar în a doua rezultate exacte.

Metoda este exemplificată, pentru cele două trepte a rezistenţei de pornire, la un motor serie de 58 kW în regim intermitent de 25%.

LEHTMAN I. Ia.: *Despre calculul electromagneţilor de curent continuu.* (Electricestvo, Dec. 1950, pp. 66—68).

Se deduce o relaţie de aproximaţie între elementele unui electromagnet de curent continuu (forţa de atracţie, cursa, tipul de acţiune, puterea absorbită de înfăşurare), care este utilă atât la proiectarea părţii electrice, cât şi la dimensionarea geometrică (suprafaţa de răcire).

MATIENCO A. S.: *Schemele de montare a contoarelor trifazice de* 380/220 *V. cu trei elemente, pentru înregistrarea energiei active şi reactive în interiorul atelierelor.* (Energheticeskii Biuleteni, Noembrie 1950, pp. 18—23).

Schemele de montare se referă la contoarele destinate reţelelor de curent trifazic, cu patru fire 3 × 380/220 V, sau cu trei fire 3 × 380 V. Se indică de asemenea schemele speciale pentru montarea acestor contori în reţelele de 220 V. cu trei fire. La sfârşitul articolului se dă o formulă foarte simplă, pentru verificarea schemelor de montare.

Schemele pot fi folosite pentru înregistrarea consumului de energie în interiorul atelierelor.

DIN ACTIVITATEA A.S.T.

După cum s'a arătat în numerile anterioare ale revistei « Electricitatea », unităţile A.S.T. au desfăşurat începând din luna Noembrie 1950, o activitate susţinută — legată în primul rând de popularizarea Planului de Electrificare a ţării. In afara cercurilor şi filialelor deja menţionate, mai relevăm activitatea dusă în această direcţie în filialele: Oraşul Stalin, Arad, Oradia, Baia-Mare, Oţelul Roşu, Munţii Apuseni-Brad, Valea Jiului şi Reşiţa.

In general, în majoritatea filialelor, activitatea de popularizare a Planului a fost completată cu diferite probleme legate de electrificare. Astfel, resortul de electricitate al filialei Arad, a luat în studiu următoarele probleme: situaţia energetică a regiunii şi oraşului Arad—posibilităţile actuale şi cele necesare pentru Planul Cincinal; electrificarea rurală a regiunei Arad (studiul microcentralelor); transportul în oraş şi regiune cu utilizarea energiei electrice (troleybuze, tramvaie, etc.); prescripţii şi norme de transport de energie electrică de înaltă tensiune; protecţia muncii şi a utilajului electric în întreprinderi; prescripţii pentru exploatarea şi executarea instalaţiilor casnice şi rurale; problemele de sudură electrică în întreprinderea « Victoria » Arad.

Se constată însă unele deficienţe atât în stabilirea problemelor de electrificare, cât şi metodele de lucru folosite pentru soluţionarea lor. Unele filiale au înţeles, să traseze sarcini individuale pentru a ajunge la soluţionarea problemelor de electrificare, sub formă de conferinţe; altele au dat o enunţare generică sau parţială a acestor probleme, iar în cea ce priveşte metoda de lucru, nu s'a ţinut totdeauna legătura cu organizaţiile de Partid şi cu Sfaturile Populare.

Pentru lămurirea unităţilor noastre reamintim că A.S.T. şi-a propus să mobilizeze pe ingineri şi tehnicieni, în acţiunea de:

— Popularizarea Planului de Electrificare a ţării.

— Ridicarea nivelului tehnico-ştiinţific al tehnicienilor electricieni, constructori şi hidrotehnicieni.

— Descoperirea şi valorificarea resurselor locale, utilizabile pentru electrificare.

— Sprijinirea efectivă a realizării planului de electrificare rurală.

In acţiunea de popularizare, filialele şi resoartele de specialitate, vor difuza pentru prelucrare în toate cercurile A.S.T. după specificul lor, conferinţele primite dela secţiile de specialitate ale Consiliului Central, prin care se desvoltă sarcinile şi perspectivele fiecărui sector de producţie, decurgând din planul de electrificare.

A.S.T. va contribui la ridicarea nivelului profesional al tehnicienilor, prin articole de specialitate publicate în reviste şi în « Gazeta Tehnicianului » prin difuzarea experienţei sovietice, sub formă de articole traduse din literatura tehnică sovietică şi prin sprijinirea cursurilor de formare a cadrelor de tehnicieni constructori, electricieni şi hidroelectricieni.

Pentru sarcinile enunţate mai sus, Consiliul Central A.S.T. a constituit un colectiv de electricitate şi a întocmit împreună cu Ministerul Energiei Electrice şi Departamentul Gospodăriilor Locale, planul de muncă pentru pregătirea construirii de microcentrale, prin punerea în valoare a resurselor locale.

In cadrul acestui plan de muncă, Consiliul Central a difuzat în cursul lunei Februarie, la toate filialele, fişele necesare inventarierii echipamentului şi utilajului local disponibil şi care poate fi utilizat în lucrările de electrificare rurală. Operaţiunea de inventariere, se va face conform instrucţiunilor trimise prin tehnicienii mobilizaţi pe linia A.S.T. care vor lucra, după necesitate, individual sau în echipe, cu sprijinul Organizaţiilor de Partid, al Sfaturilor Populare şi al Organizaţiilor Sindicale.

Contribuind, în mod activ la popularizarea Planului de Electrificare şi sprijinind lucrările de electrificare rurală, unităţile A.S.T. şi tehnicienii mobilizaţi în cadrul A.S.T. vor da un preţios ajutor pentru construirea bazelor socialismului în ţara noastră, pentru realizarea unei vieţi luminoase şi fericite a oamenilor muncii în Republica Populară Română.

EDITURA TEHNICĂ

INTREPRINDERE INDUSTRIALĂ DE STAT

EDITEAZĂ CĂRȚI, MANUALE PRECUM ȘI URMĂTOARELE PERIODICE

ARHITECTURA
CONSTRUCȚII
ELECTRICITATEA
HIDROTEHNICA
METALURGIA
PETROL ȘI GAZE
REVISTA DE CHIMIE
REVISTA MINELOR
TEXTILE
REVISTA PĂDURILOR, LEMNULUI ȘI HÂRTIEI
GAZETA TEHNICIANULUI
REVISTA MATEMATICĂ ȘI FIZICĂ
GAZETA MATEMATICĂ ȘI FIZICĂ
BULETINUL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE

ABONAMENTE

GAZETA TEHNICIANULUI		REVISTE TEHNICE AST	
TARIF GENERAL . . .	100 LEI ANUAL	TARIF GENERAL . . .	1200 LEI ANUAL
TARIF REDUS PENTRU MEMBRII A.S.T.	300 LEI ANUAL	TARIF REDUS PENTRU MEMBRII A.S.T.	400 LEI ANUAL

ABONAMENTELE SE FAC NUMAI PRIN CENTRUL DE DIFUZARE A PRESEI
Pentru București: Str. Matei Millo Nr. 14 — Telefon 3.93.82.
Pentru provincie: Centrul de Difuzare a Presei din Capitalele Regiunilor și Raioanelor.

BUCUREȘTI — STRADA EDGAR QUINET Nr. 6

TELEFOANE: { CENTRALA 6.13.74 și 6.13.75
COMERCIAL 5.55.21 și 5.22.35

ÎN EDITURA TEHNICĂ

A APĂRUT

MANUALUL INGINERULUI MECANIC

VOLUMUL

II

CUPRINZÂND

Secţiunea I. *Maşini-unelte speciale.*

Secţiunea II. Uzine termice şi maşini speciale.

Secţiunea III. Mecanica de precizie.

Secţiunea IV. Construcţii şi maşini navale.

Secţiunea V. Maşini de construcţii.

Secţiunea VI. Maşinile şi instalaţiile industriei prelucrătoare.

Secţiunea VII. Maşinile şi instalaţiile industriei alimentare şi înrudite.

Secţiunea VIII. Maşinile şi instalaţiile industriei celulozei şi hârtiei.

Secţiunea IX. Maşinile şi instalaţiile industriei textile.

Secţiunea X. Cuptoare industriale.

Secţiunea XI. Tehnica grafică şi a maşinilor de birou.

Secţiunea XII. Maşini şi instalaţii forestiere.

Secţiunea XIII. Tehnica depozitării şi a stingerii incendiilor.

Secţiunea XIV. Maşini agricole.

Secţiunea XV. Turbinele cu gaz şi turboreactoarele.

★

Nu trebue să lipsească din biblioteci, birouri de proiectare, din mâna niciunui tehnician sau inginer.

Taxa poştală plătită în numerar conform aprobării Nr. 168.026/946.

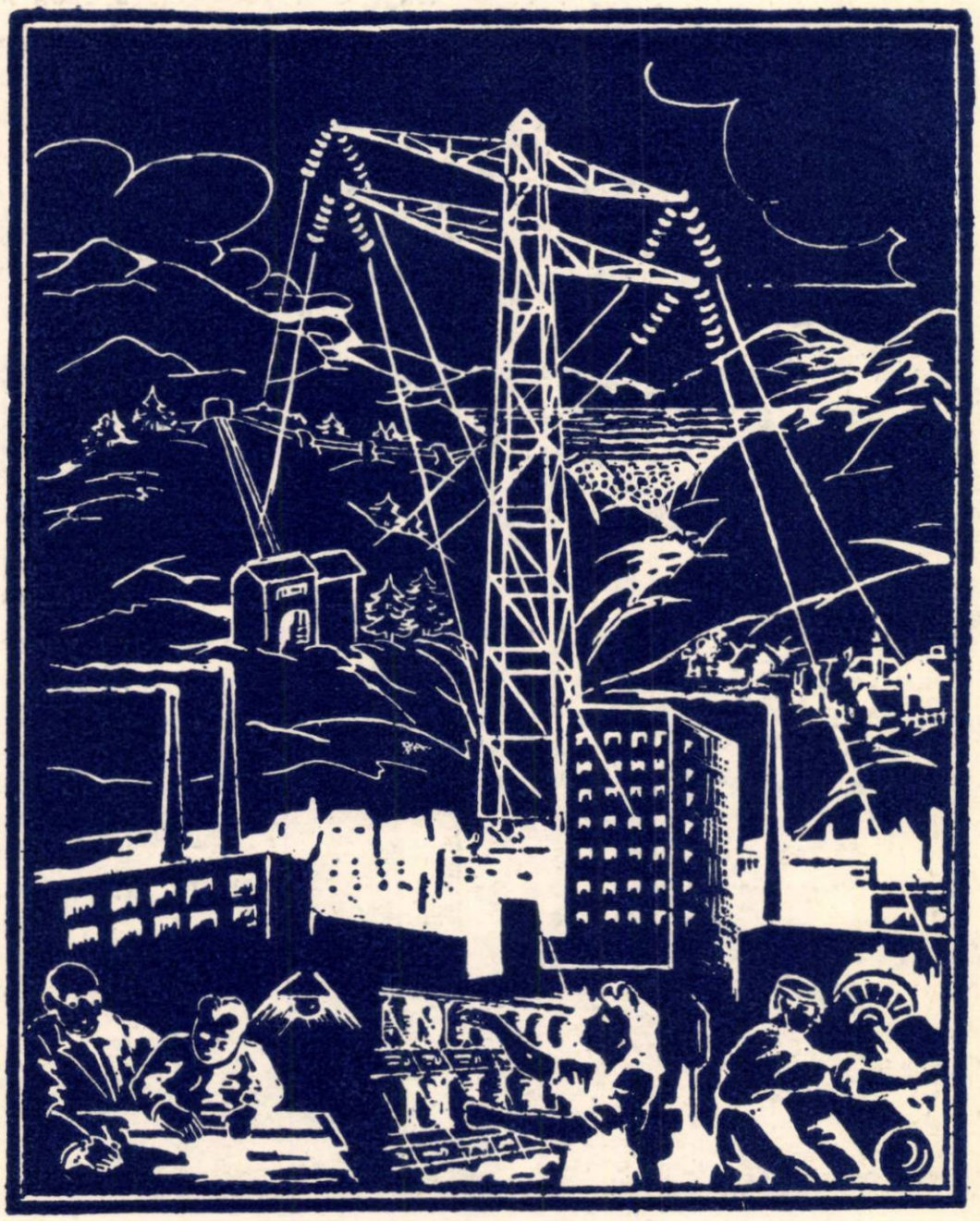
C. 19.028. — Intrepr. Poligr. Nr. 14 B. — Bucureşti.

EM 77

ELECTRICITATEA

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE

KÖZPONTI TECHNOLÓGIAI KÖNYVTÁR



4

EDITURA TEHNICĂ

SUMARUL

Pag.

Laureaţii Premiului de Stat 1

Ajutorul Uniunii Sovietice, factor hotărîtor în electrificarea ţării noastre 2

Câteva aspecte din teoria şi aplicaţiile maşinilor electrice cu inductanţă variabilă şi condensator, de prof. ing. *M. Marinescu* 5

Reglajul automat al tensiunii pe generatori sincroni, de ing. *I. Purica* 13

Consideraţii asupra randamentului şi construcţiei turbinelor cu gaze, de ing. *A. Iacobson* 24

DIN EXPERIENŢA UNIUNII SOVIETICE

Transportul energiei electrice prin sistemul bloc, de *N. N. Kracikovski* 31

Utilizarea căldurii evacuate dela hidrogeneratori (prelucrare), de ing. *V. Prodan* . 34

STANDARDIZARE 36

RECENZII 37

REVISTA REVISTELOR . . . 39

DIN ACTIVITATEA A.S.T. . . . 40

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Лауреаты Государственной премии . . 1

Помощь Союза ССР., решающий фактор в деле электрификации нашей страны 2

Некоторые виды теории и применения электрических машин, с переменным реактивным сопротивлением и конденсатором, проф. инж. М. Маринеску . . . 5

Автоматическое регулирование напряжения синхронных генераторов, инж. И. Пурика 13

Относительно к. п. д. и конструкции газовых турбин, инж. А. Якобсон . . . 24

ИЗ ОПЫТА СОЮЗА ССР

Передача электрической энергии, и система блок, Н. Н. Крачиковский . . . 31

Использование теплоты, удаленной из гидрогенераторов (переработка), инж. В. Продан 34

СТАНДАРТИЗАЦИЯ 36

РЕЦЕНЗИИ 37

ОБЗОР ЖУРНАЛОВ 39

ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ А.С.Т. . 40

ANUL II
Nr. 4

ELECTRICITATEA

APRILIE
1951

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE

Apare lunar sub îngrijirea unui comitet de redacție

Redacția București * Str. Thomas Masaryk Nr. 17 * Telefon 1.26.15

KÖZPONTI TECHNOLÓGIAI KÖNYVTÁR

LAUREAȚII PREMIULUI DE STAT

Hotărîrea din 8 Martie 1951 a Consiliului de Miniștri privind acordarea Premiului de Stat al R.P.R. și a titlului de « Laureat al Premiului de Stat », pentru lucrări de o valoare deosebită, făcute în anul 1949, a fost primită cu multă bucurie și cu o justificată mândrie de toți oamenii muncii din țara noastră.

Au fost premiate șase colective și 77 tovarăși, printre care, din sectorul tehnic sunt: 18 ingineri, 4 subingineri, 3 tehnicieni, 9 maiștri și 21 muncitori.

In sectorul electricității, s'a acordat Premiul de Stat al R.P.R. și titlul de « Laureat al Premiului de Stat » pentru lucrări efectuate în 1949, următoarelor colective și tovarăși:

Premiul de Stat Clasa I-a, medalie de aur și 500000 lei: colectivului de tehnicieni din Institutul de Studii și Proiectări Energetice, care a elaborat documentarea tehnico-științifică necesară întocmirii Planului de Electrificare al R.P.R.

Premiul de Stat clasa II-a, medalie de argint și 200000 lei;

a) colectivului de tehnicieni dela fabrica « Radio Popular » alcătuit din tov.; Șoltuz C. Constantin, inginer proiectant principal, Mariano B. Morel, proiectant și Cipek B. Lascăr, proiectant, pentru realizarea unor aparate în domeniul transmisiunilor;

b) colectivului de tehnicieni dela fabrica « Electromagnetica », format din: tov., Andriescu M. Corneliu, inginer-șef, Stănescu N. Vasile, inginer proiectant-șef și Niser Francisc maistru matrițer, pentru conceperea, realizarea și punerea în fabricație de mare serie a contorilor monofazici:

c) colectivului de muncitori și tehnicieni dela fabrica « Electroceramica », format din tov.: inginer Iancu Vasile, tehnolog-șef, Körösföi Alexandru, maistru modelist și Rusu Gavrilă, maistru la confecționare, pentru realizarea izolatorilor de trecere de 60000 volți.

Aceste lucrări au fost elaborate în strânsă legătură cu pregătirile făcute pentru trecerea noastră la Planul Cincinal și la Planul de Electrificare.

Deosebit de semnificativ este faptul că printre cei premiați, atât în general cât și în sectorul electricității, se află alături de oamenii de știință, muncitori, tehnicieni și ingineri, raționalizatori și inovatori, care aduc o contribuție tot mai însemnată la desvoltarea tehnicei și a științei. Succesele pe care ei le-au dobândit, sunt urmarea firească a avântului tehnic și științific din țara noastră care se desfășoară sub îndrumarea Partidului.

Deasemenea aceste succese au fost posibile datorită aplicării principiului leninist-stalinist al legăturii rodnice dintre teorie și practică, al conlucrării creatoare dintre oamenii de știință și muncitorii din producție.

In trecut, orientarea activității științifice, precum și premierea oamenilor de știință și cultură, se făcea după criterii care serveau interesele burgheziei și moșierimii.

In regimul nostru de democrație populară, orientarea științei, tehnicei și culturii, ca și premierea celor ce le slujesc, se fac după criteriul valorii reale a muncii științifice, tehnice și culturale, puse în sujba intereselor maselor muncitoare.

Inflorirea științei și tehnicei în R.P.R. este un rezultat al întăririi regimului nostru de democrație populară, care a descătușat energiile creatoare ale oamenilor muncii, disprețuite și înăbușite de burghezie.

Azi, oamenii muncii se interesează activ de știință și tehnică și participă la toate fazele desvoltării acestora.

> « Munca sârguincioasă și plină de entuziasm a specialiștilor, care au contribuit la elaborarea acestui Plan ca și discuțiile largi și pline de conținut, ce au avut loc în sesiunea lărgită extraordinară a Academiei R.P.R., constitue dovada vie a marelui interes și avânt, pe care l-a stârnit în mijlocul savanților, inginerilor și tehnicienilor noștri, ideea electrificării țării noastre»,

spune tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej, în raportul asupra Planului de Electrificare.

Realizările oamenilor muncii, răsplătite prin premiile de Stat pe 1949, confirmă în mod strălucit justețea liniei în știință și cultură a Partidului, sub a cărui îndrumare și grijă oamenii de știință și tehnicienii pășesc mereu înainte,

Ca și întreg poporul muncitor, sectorul energiei electrice este mândru de primii săi « Laureați ai Premiului de Stat », care sunt luptători pentru o știință și tehnică nouă, puse în slujba poporului.

Lucrările lor întăresc Patria noastră, și contribue la lupta pentru Pace.

AJUTORUL UNIUNII SOVIETICE, FACTOR HOTĂRÎTOR ÎN ELECTRIFICAREA ŢĂRII NOASTRE

Experienţa uriaşă, pe care a acumulat-o Uniunea Sovietică în cei 30 de ani de electrificare, ne-a fost şi ne este de un nepreţuit ajutor în electrificarea ţării noastre.

Pentru realizarea Planului de Electrificare a R.P.R., Uniunea Sovietică ne ajută atât cu experienţa sa cât şi cu materialele respective.

Sprijinul ce ni se acordă este multilateral; astfel el constă în proiectări de fabrici electrotehnice şi de centrale electrice, în echipamentul şi utilajul necesar uzinelor şi fabricilor, în aparataj electric, maşini-unelte perfecţionate pentru mărirea productivităţii întreprinderilor noastre electrotehnice, specialişti, cadre tehnice, literatură ştiinţifică şi tehnică, documentaţii, etc.

Pentru sistematizare, se va examina aci pe compartimente de activitate, ajutorul ce-l primim din partea Uniunii Sovietice pentru realizarea Planului nostru de electrificare şi astfel se va vedea mai bine însemnătatea decisivă şi eficacitatea acestui ajutor.

Specialiştii sovietici. Consilieri, ingineri, tehnicieni şi muncitori stahanovişti, ne ajută, în permanenţă, în proectarea construcţiilor, a maşinilor, în organizarea producţiei noastre electrotehnice, în ridicarea cadrelor.

Colaborarea lor nu se limitează numai la indicaţii şi cifre, ci se manifestă şi prin interesul tovărăşesc cu care ei urmăresc rezolvarea problemelor în întregul lor, legând teoria de posibilitatea de realizare practică şi contribuind totodată şi la ridicarea nivelului nostru tehnic şi organizatoric.

Ei ne ajută la construirea fabricilor electrotehnice prevăzute în Planul de Electrificare, necesare fabricării maşinilor, aparatajului şi produselor electrotehnice, punându-ne la dispoziţie şi procedeele necesare de fabricaţie.

Pe baza studiilor făcute de specialiştii sovietici s'au determinat amplasamentele viitoarelor centrale termoelectrice şi hidroelectrice; pentru construirea hidrocentralelor şi găsirea de soluţii juste şi legate de realitatea potenţialului nostru hidrografic, proiectanţii noştri folosesc metodele sovietice de calcularea debitului său maxim şi a debitului minim după metoda hidrogramelor specifice.

Pentru marile noastre proiectări, institutele sovietice ne dau nu numai datele principale, care stau la baza proiectelor tehnice ci şi soluţiile cele mai apropiate de nevoile noastre.

Construirea noilor uzine se realizează datorită utilajelor sovietice de construcţie, perforatoarelor pneumatice, ciocanelor, picoanelor, benzilor transportatoare, etc. Deasemenea şi proiectele pentru construirea centralelor electrice în Planul Cincinal au fost elaborate pe baza uriaşei experienţe sovietice în construirea de mari centrale electrice. Pentru aceste uzine, care vor avea puteri instalate de sute de mii de kilowaţi, Uniunea Sovietică ne pune la dispoziţie instalaţiile, turbinele, generatorii, motoarele şi aparatajul necesar; pentru mecanizarea muncii de străpungere a galeriilor de aducţiune au sosit din U.R.S.S. compresoare puternice, care vor permite forarea cu mare randament a tunelelor atacate de ambele părţi. Am primit escavatoare, camioane basculante şi alte agregate. Pe şantierul hidrocentralei « V. I. Lenin », unde se termină căile de acces spre tunel, se va începe în curând transportarea utilajului greu, al compresoarelor sovietice, al grupurilor electrogene, al locomotivelor electrice şi vagonetelor.

Deasemenea U.R.S.S. ne-a ajutat la *utilarea fabricilor noi* precum şi a celor existente, care se măresc. Sectorul nostru electrotehnic a primit din plin utilaj sovietic. Lucrările de investiţii pentru utilarea fabricilor noi şi pentru extinderea utilării celor existente s'a realizat datorită maşinilor-unelte aduse din U.R.S.S. şi anume: strunguri paralele, automate, revolver, prese, freze, raboteuze, pantografe, etc., care au amplificat procesele tehnologice. Fabricile mari de maşini electrice au primit maşini-unelte corespunzătoare, care au mărit considerabil productivitatea întreprinderilor.

Gâtuirile care se produceau în marile noastre întreprinderi au fost lichidate datorită maşinilor sovietice. Pentru ca uzinele noastre să poată realiza sarcinile ce le revin în cadrul Planului Cincinal şi al Planului de Electrificare şi de a fabrica, chiar cu începere din anul acesta, transformatori, electromotoare şi aparataj electric de mare putere s'au adus o serie de maşini-unelte sovietice. Aceste maşini-unelte au şi fost montate şi au intrat în funcţiune.

Deasemenea, fabricile electrotehnice au primit din U.R.S.S. scule normale precum şi oţelul pentru confecţionarea sculelor speciale, care au contribuit atât la realizarea unei munci rapide şi de bună calitate, cât şi la realizarea de economii.

Pentru înzestrarea laboratoarelor şi instalaţiilor de încercări din marile uzine, s'au primit din U.R.S.S. aparate de precizie ca truse cu aparate de măsură, oscilograf catodic, etc.

Literatura tehnico-ştiinţifică sovietică a contribuit foarte mult la desvoltarea tinerii noastre

industrii electrotehnice. Consultarea și studierea literaturii științifice și tehnice sovietice ne-a folosit în diferitele sectoare de activitate din electro-energetică, electro-tehnică și electrificare. Aceasta ne-a ajutat la întocmirea proiectelor de fabrici noi și la desvoltarea celor existente, la organizarea fabricilor, la normarea muncii, la formarea cadrelor, la întocmirea stasurilor. Cu ajutorul acestei literaturi de specialitate, s'au realizat măsurile pentru protecția muncii, tehnica planificării și a urmăririi planurilor de producție și s'a putut trece la organizarea gospodăririi chibzuite. Totodată literatura sovietică de specialitate a contribuit la introducerea în fabricație a numeroase produse noi ca: materiale izolante, acumulatori de plumb, elemente galvanice, sârmă emailată, etc.

Inginerii noștri proiectanți au găsit un ajutor de neprețuit în tratatele tehnice sovietice, care sunt de un înalt nivel științific. Dintre acestea, menționăm următoarele tratate folosite: « Teoria mașinilor electrice » de ***prof. Kostenko*** dela Institutul Electrotehnic din Leningrad; « Mașini electrice » de prof. ***L. M. Piotrovschi*** dela același institut. « Construcția mașinilor electrice » de ***prof. Alexeev;*** « Indreptar de materiale electroizolante » de ***Koriţki-Tareev;*** « Tehnologia fabricației mașinilor electrice » de ***Vinogradov,*** etc.

De o deosebită însemnătate sunt și cărțile și broșurile tehnice pentru muncitori și tehnicieni, cărora le aduc un real folos practic.

Toată această literatură științifică sovietică (tratate, manuale, monografii, broșuri tehnice și științifice, instrucțiuni, studii, publicate în reviste, etc.), au câteva trăsături comune și anume: sunt de un nivel tehnic foarte înalt, datele sunt verificate prin experiența sovietică, lipsește orice fel de « secret » sau hermetism în ce privește concepția, fabricația, funcționarea etc.

Și în domeniul *organizării* întreprinderilor și producției noastre electrotehnice, Uniunea Sovietică ne-a dat un mare ajutor. In schemele întreprinderilor noastre, ne folosim de schemele instituțiilor similare din U.R.S.S. pentru întrebuințarea rațională a mijloacelor de producție. Astfel, în ministere și în întreprinderi s'a creiat serviciul tehnologului-șef, care contribue la organizarea producției; el urmărește toate problemele în legătură cu tehnologia fabricației începând cu avizarea proiectelor de fabrici din punctul de vedere al proceselor tehnologice și până la avizarea proiectărilor de produse noi. De exemplu, pentru studiul unui nou proces tehnologic, la un întrerupător automat trifazic în ulei, tehnologul șef al unei întreprinderi, îndrumat de specialistul sovietic, a folosit dela început metodele cele mai indicate de experiență, pentru o mai bună desfășurare a procesului tehnologic.

Intr'un alt proces tehnologic, elaborat de o altă fabrică, și care a avut drept obiectiv un transformator de 400 kVA, în urma modificărilor constructive propuse de tehnolog pe baza experienței sovietice, s'a putut obține o reducere considerabilă a consumului specific de materiale reprezentând aproape 50% la tablă de cuvă și 30% din tablă silicioasă.

Deasemenea s'a creat serviciul mecanicului-șef, care se ocupă cu toate problemele în legătură cu capitolul utilaj.

După naționalizarea întreprinderilor industriale, a apărut, ca urmare a experienței sovietice, preocuparea de a se fabrica produse electrotehnice standardizate, ceea ce a dus la crearea unui serviciu de norme și standarde.

După exemplul măsurilor luate de industria sovietică în întreprinderile corespunzătoare, au apărut în toate fabricile noastre și preocupările de ***protecția muncii.***

In acest scop, s'a folosit literatura sovietică respectivă precum și lucrarea lui ***A. I. Kuznețov*** « Tehnica securității în instalațiile electrice ». Confederația Generală a Muncii din R.P.R., sintetizând din literatura științifică și tehnică sovietică elementele de securitate și protecție contra accidentelor produse de electricitate, a publicat o lucrare de popularizare a tehnicii securității în instalațiile electrice, expunând cauzele, modul de producere și profilaxia accidentelor produse prin electricitate, precum și ajutorul ce trebue dat celor electrocutați.

Deasemenea, și în ce privește ***documentațiile,*** am avut ajutorul permanent al U.R.S.S. Astfel între altele, pe baza acestora va începe în anul 1951, în cadrul Planului de Electrificare, să se fabrice în țară echipament energetic ca turbine de abur, turbine hidraulice și generatori electrici.

O documentație sovietică de mare interes tehnic a fost și aceea privitoare la proiectul de motor de troleybuz. Acest motor de curent continuu de 71,5 kW cu viteza variabilă, are calitatea cerută unui motor de vehicul electric, și anume este foarte ușor (10 kg de kW). Documentația respectivă a arătat tehnicienilor noștri ce înseamnă documentația tehnică a unui produs și cum trebue alcătuită; ei au avut prilejul să cunoască în același timp procedeele de tehnică sovietică în domeniul construcțiilor electrice și să le poată aplica în practică.

Pentru Planul de Electrificare, numeroase alte documentații sovietice complete sau parțiale sunt în curs de cercetare pentru produse noi, încă nefabricate la noi în țară, sau pentru perfecționarea fabricației celor existente. Astfel vom dispune de documentația tehnică completă pentru aparate electrice de măsură, de telefonie, telecomandă, pentru condensatori electrolitici semi-uscați, potențiometri chimici, lămpi electronice, aparate de încălzire și cuptoare electrice de topire prin înalta frecvență, electromotoare asincrone cu destinație specială, transformatori de măsură, aparataj de înaltă tensiune, generatori pentru electrificări rurale, etc.

Pentru fabricile noastre electrotehnice punerea la dispoziție a *modelelor* sovietice este o înlesnire concretă. Astfel pregătirea fabricației la noi a motoarelor asincrone până la 100 kW

a fost mult ușurată de studiul electromotorului sovietic de 28 kW—780 ture/min primit dela expoziția U.R.S.S. din 1949.

După modelul sovietic, s'a construit în 1949, pentru prima oară în țară, o mașină de ascuțit scule de oțel rapid, după principiul electroeroziunii, unde fenomenul abraziv este însoțit de topirea locală prin arcul electric, a oțelului foarte dur.

Alte întreprinderi au primit ca modele: întrerupătorul sub sarcină cu ulei de 35 kV 600 MVA și secționorii de 15, 35, 60. 110 kV, aparatele sovietice de radio « Record », « Rodina » « Moscvici » și « VFP », etc.

In ***îmbunătățirea proceselor tehnologice*** s'a folosit deasemenea experiența și ajutorul sovietic. Astfel s'a îmbunătățit brunajul, s'a pus la punct acoperirea cablurilor cu plumb, s'au realizat progrese tehnice în fabricarea bateriilor electrice, s'a început stanțarea tolelor pentru electromotoare cu o matriță combinată a cărei construcție este de inspirație sovietică, s'au elaborat instrucțiuni tehnice pentru uscarea și impregnarea mașinilor electrice, avându-se în vedere caracteristicile lacurilor fabricate în țară.

Formarea de ***cadre tehnice*** constitue un sprijin tot atât de însemnat, pe care ni-l dă U.R.S.S., sub diferite forme. Astfel, un număr de 200 muncitori, tehnicieni și ingineri se specializează actualmente în Uniunea Sovietică, însușindu-și tehnica cea mai avansată la fabricile cele mai moderne de mașini electrice pentru ca — reveniți în țară — să poată pregăti, la rândul lor, cadre tehnice pentru uzinele și șantierele electrificării.

Manualele școlare și revistele pedagogice sovietice sunt utilizate în învățământul electrotehnic și electroenergetic de diferite grade și folosesc la creșterea de cadre tehnice necesare electrificării Patriei.

Experiența sovietică nu s'a mărginit însă la teorie sau demonstrații. Principiul stalinist al legării teoriei de practică a fost aplicat și aci. In adevăr, s'au dat, în mod amplu, și mijloacele de a folosi această experiență. Unul din aceste mijloace a fost trimiterea de *materiale* sovietice, materii prime și semifabricate, piese, etc., pentru fabricarea de produse electrotehnice.

Sectorul industriei de radio a primit zeci de mii de seturi de piese de radio, care au servit la fabricarea aparatelor de tip popular, care sunt azi la îndemâna masei muncitoare. Datorită materialului sovietic, aparatul « Pionier » este azi atât de apreciat. In localitățile neelectrificate s'au trimis mii de aparate de radio cu baterie.

La aprovizionarea îndustriei electrotehnice, Uniunea Sovietică a contribuit cu materiale numeroase și de primă importanță: cupru electrolitic, plăci de asbest, ulei de in, rulmenți, grafit pentru electrozi, bumbac pentru izolat, tablă de fier pentru capacele cuvelor de transformator, etc.

Pentru sectorul mașinilor electrice rotative și al transformatorilor, ne-au fost livrate mari cantități de tablă silicioasă, cu foarte mici pierderi în W/kg. Datorită bunei calități a acestor materiale, motoarele electrice fabricate azi la noi sunt cu mult superioare celor din trecut. Volumul lor poate fi micșorat; pierderile interioare fiind mici, randamentul crește.

Pentru fabricarea periilor electrice pentru electromotoare s'au primit din U.R.S.S. tone de plăci de cărbune. Din ele s'au fabricat periile de cărbune de diferite tipuri și conținuturi în bronz și grafit pentru toate motoarele existente în țară. Fiind vorba de piese de consum, numeroase mașini mari au putut funcționa fără oprire, datorită posibilității de a fabrica în țară periile de cărbune.

Metodele de lucru sovietice folosesc la mărirea productivității muncii. In legătură cu periile colectoare pentru mașinile electrice rotative, trebue arătat că ele oferă un câmp rodnic de experiență pentru aplicarea metodei sovietice de recondiționare a sculelor, denumită de inginerul sovietic D. I. Kuzneţov « a doua viață a sculelor ». In adevăr, sculele rupte sau uzate, în loc de a fi asvârlite, pot fi transformate în altele mai mici. Astfel, la secția de utilaj electric a unei întreprinderi din țară s'au confecționat perii colectoare de bronz grafitat, de formă trapezoidală mai mici, folosind perii uzate mai mari, ce urmau a fi trimise la retopit. Aplicarea acestei metode sovietice de recondiționare a fost extinsă și la alte piese (cercuri colectoare, alunecătoare triunghiulare, contacte de alamă și cupru, cuțite pentru reostate) și este acum extinsă la toate întreprinderile de tot felul din R.P.R.; ea aduce economii mari de timp și de material și stimulează spiritul inovator și de raționalizare al tehnicienilor și muncitorilor noștri.

Metoda de tăiere rapidă a metalelor este din ce în ce mai mult însușită de strungarii noștri, reușindu-se să se taie chiar 1370 m șpan pe minut la un strung sovietic « Krasnâi Proletar ».

Deasemenea este folosită metoda sovietică de majorare a vitezii mașinilor automate de filetat, ca și metoda Kalașnicov-Kotiubanov, pentru confecționarea calibrelor reglabile de control, mai economice și mai practice decât cele obișnuite

Toate acestea arată limpede că fiecare carte, fiecare proiect, fiecare mașină sau piesă, fiecare prototip sau tonă de material, sunt contribuții la o realizare mai grabnică și în condiții optime a Planului nostru de Electrificare.

* * *

Pentru a putea înțelege caracterul ajutorului sovietic, trebue să avem în față faptul că U.R.S.S. este statul socialismului victorios, statul în care clasa muncitoare a isbutit, după o aprigă luptă de clasă, să dărâme burghezia și să construiască socialismul, pornind azi pe drumul construirii comunismului. Uniunea Sovietică a stat tot timpul pe baza principiului internaționalismului proletar, conducându-se după teoria revoluționară marxist-leninistă a luptei de clasă. In cadrul

acestei politici revoluționare de clasă, trebue să privim ajutorul sovietic și să ne însușim marea experiență sovietică. Punându-ne le dispoziție experiența și ajutorul ei, Uniunea Sovietică ajută clasa muncitoare a țării, pentru construirea socialismului.

> « Acest ajutor nu este întâmplător. El este în firea regimului sovietic, unde puterea se află în mâinile oamenilor muncii, care odată cu exploatarea capitalistă, au înlăturat și orice asuprire națională »... « Sub conducerea Marelui Stalin, Partidul Bolșevic — forța conducătoare a Statului Sovietic — a fost și este inițiatorul și organizatorul ajutorului dat de U.R.S.S. forțelor socialismului și democrației din lumea întreagă. » [1]).

Ajutorul pe care Uniunea Sovietică ni l-a dat în momentele cele mai grele ale luptei noastre împotriva dușmanului de clasă și pe care ni-l dă permanent pentru construirea socialismului, nu poate fi despărțit de caracterul său de clasă, de principiul internaționalismului proletar.

LEFORTIVA
Fr2.566/53

CÂTEVA ASPECTE DIN TEORIA ȘI APLICAȚIILE MAȘINILOR ELECTRICE CU INDUCTANȚĂ VARIABILĂ ȘI CONDENSATOR

de prof. ing. M. MARINESCU
Membru Coresp. al Academiei R.P.R.

Printre sarcinile de Plan, privind electrificarea țării, figurează și desvoltarea de noi tipuri de motoare și mașini electrice, pentru utilizări cât mai numeroase și variate în industrie, construcții, exploatări miniere, agricultură, comunicații, etc.

Problema creerii și desvoltării de noi tipuri de mașini electrice este cercetată și în cadrul Academiei R.P.R., unde prin efortul susținut al unui colectiv de specialiști s'a ajuns la realizări concrete.

Cum aceste realizări sunt cunoscute până în prezent de un cerc restrâns de specialiști și numai din publicațiile științifice ale Academiei, aducerea lor la cunoștința cercurilor largi ale tehnicienilor și inginerilor noștri, strâns legate de uzine, fabrici, mine, șantiere, etc., adică de acele locuri în care se vor introduce noile mașini, este de un real folos.

In cele ce urmează, se vor expune mai întâi, ***în linii generale*** diferitele aspecte ale ***teoriei*** acestor mașini, teoria detaliată fiind redată în publicațiile Academiei.

Apoi se vor arăta aplicațiile practice, arătându-se domeniile în care necesitățile de Plan impun introducerea lor în practică, chiar de pe acum.

POZIȚIA NOILOR MAȘINI IN CLASIFICAREA GENERALĂ A MAȘINILOR ELECTRICE

Când apare un lucru nou, într'un anumit sector al tehnicei, este bine ca dela început, să se precizeze poziția care i se cuvine între lucrurile de același gen, deja cunoscute. Se va evita astfel anumite confuzii ce se pot produce, iar caracteristicele esențiale ale inovației, invenției sau creației științifice se vor contura mai bine.

In mașinile electrice obișnuite, *forțele electromagnetice*, care *produc* lucru mecanic absorbind energia electrică în funcționarea ca « motor » sau care absorb lucru mecanic pentru a-l transforma în energie electrică în funcționarea ca « generator », sunt produse de acțiunea unui câmp magnetic, constant în timp asupra unui « conductor » parcurs de curent electric.

Dacă *curentul* sau *câmpul* sau ambele sunt alternative, atunci ele se *redresează*, cu ajutorul « comutației » realizată de colector.

Transformarea energiei electrice în lucru mecanic și viceversa, cu ajutorul câmpurilor constante în timp este simplă și comodă și a determinat desvoltarea ulterioară a mașinilor electrice.

Știm însă că legea inducției și a forțelor electromagnetice se aplică și circuitelor magnetice cu fier, în care se variază inductanța prin deplasarea maselor magnetice una față de alta.

Aci, pentru a putea transforma lucrul în energie electrică și viceversa, utilizând just legile inducției și a forțelor electromagnetice, este necesară sincronizarea și concordanța de fază, între câmpul alternativ, cu alte cuvinte între mișcare și curent.

Pentru acest scop este necesară prezența unei capacități în circuit, care joacă rolul « comutației » din cazul mașinilor cu câmp constant (în timp).

Asupra autoexcitației curenților alternativi prin inductanță variabilă în circuite cu ***capacitate***, sunt cunoscute lucrările savanților sovietici *L. Mandelstam* și *N. Papalexi* (1) care, pentru prima oară în electrotehnică, au construit alternatori cu inductanță variabilă, așa numiți « parametrici » cu aplicații la producerea curenților de înaltă frecvență pentru încălzirea prin inducție și tratamente termice în industrie.

---

[1]) *Gh. Gheorghiu-Dej* « U.R.S.S. forța conducătoare a lagărului democrației și socialismului »; *Ana Pauker* « Uniunea Sovietică, eliberatoarea popoarelor ». (Edit. P.M.R., 1948).

Astfel, în lucrările lor, savanții sovietici au stabilit condițiile de frecvență, fază și amplitudine pentru care într'un circuit ca acela din fig. 1, se amorsează curent electric alternativ.

In lipsa oricărui câmp excitator finit, putem avea o transformare de energie mecanică în energie electrică ori de câte ori sunt îndeplinite relațiile:

de « frecvență »: $\Omega = 2\omega/n \quad (n = 1, 2 \cdots)$

și de « amplitudine » : $m \geqslant \frac{2R}{L_0\,\omega}$,

pentru $n=I$

unde $L = L_0\ (1 + m\ \sin\ \Omega t)$, $\omega = \frac{1}{\sqrt{L_0 c}}$

Dacă $n > I$, ceea ce corespunde la autoexcitația parametrică de ordin superior, relația de « amplitudine » se complică.

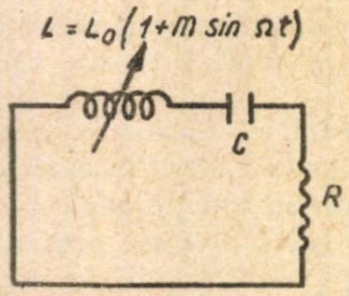


Fig. 1.

Relația de amplitudine de mai sus, exprimă condiția că, pentru autoexcitație, puterea mecanică introdusă în sistem trebue să fie mai mare sau cel puțin egală cu puterea electrică cheltuită în efect Joule-Lenz.

L. Mandelstam și *N. Papalexi* (2) au pus în evidență caracterul de rezonanță al acestui proces nou de a transforma energia mecanică în energie electrică, dându-i denumirea de « rezonanță parametrică ».

Spre deosebire de rezonanța clasică, rezonanța parametrică este o rezonanță multiplă având loc pentru frecvențe multiple și submultiple până la 1/2 ale variației parametrului, are o valoare limită inferioară de acroșaj și este strict limitată într'un domeniu de frecvențe.

Pentru a ajunge la *rezultate practice*, plecând dela teoria fenomenelor ce au loc într'un circuit ca acela din fig. 1, adică pentru a găsi acele soluții ale ecuației diferențiale, neliniare și cu parametri variabili, a acestui circuit (fig. 1) și care să intereseze cazurile *practice* de generare a curenților alternativi, permițându-le apoi a obține proprietățile lor esențiale, *L. Mandelstam* și *N. Papalexi* au aplicat la rezolvarea acestei ecuații metoda perturbării sau a parametrului mic. Această metodă a permis savanților sovietici să obțină ca *termen principal* al soluției periodice a acestei ecuații, *sinusoida*, — ceilalți termeni ai soluției fiind reprezentați de o serie infinită de termeni, având ca factori, puteri ai « parametrului mic ». Tot ea a permis degajarea proprietăților esențiale a noilor *generatori*, printre care și condițiile de acroșare:

$$m \geqslant \frac{2R}{L_0\omega}$$

pentru rezonanța parametrică de ordin I.

MOTORUL PARAMETRIC CU CONDENSATOR AL LUI N. PAPALEXI

Experiențele și cercetările întreprinse de savanții sovietici, în legătură cu funcționarea *ca motor* a generatorilor parametrici, i-au condus la concluzii « neobișnuite », după însăși expresia autorilor, privind principiile de bază ale electrotehnicei. Astfel, în lucrarea: « Un caz de circuite cuplate parametric », *N. Papalexi* (3) constată funcționarea surprinzătoare a acestor generatori funcționând ca motor; în loc ca să obțină pentru un generator cu 2 poli, în funcționarea ca motor, o viteză de 3000 rot/min, constantă cu sarcina, el a obținut o viteză de rotație cuprinsă între 500—800 rot/min, deci un regim de funcționare cu *viteză variabilă* cu sarcina.

Teoria pe care o desvoltă, pentru explicarea acestui efect, oarecum paradoxal și care ar pune în discuție principiul reversibilității mașinilor electrice, stabilit în electrotehnică, se sprijină tot pe metoda parametrului mic și în presupunerea unui grad de modulație $m \ll I$.

DESVOLTAREA CERCETĂRILOR SAVANȚILOR SOVIETICI N. PAPALEXI ȘI M. MANDELSTAM *)

In urma cercetărilor făcute de noi, în această direcție, (4) am arătat totuși că există o perfectă *reversibilitate* între funcționarea ca generator și ca motor a mașinilor parametrice — astfel încât principiul « reversibilității » rămâne valabil și pentru aceste mașini, dacă se îndeplinesc anumite condiții de reversibilitate.

Motoarele rotative cu inductanță variabilă pe care le-am realizat, în număr de 2, până în prezent și cu ajutorul cărora, am pus în evidență, pentru prima oară, regimurile *sincrone de funcționare* la aceste motoare sunt extrem de simple ca construcție, cum sunt de altminteri și generatorii parametrici și au marele avantaj față de motoarele sincrone obișnuite, că pornesc singure, adică fără a fi lansate de către un motor auxiliar.

După cum am menționat, au fost puse în evidență, la aceste motoare, mai multe regimuri sincrone, corespunzând rezonanțelor parametrice de diferite ordine, din cazul *generatorilor parametrici*. Astfel ele se pot roti cu viteze de 500—750—1000—1600—3000 rot/min (alimentare sub 50 Hz).

Mai mult decât atât: aceste regimuri sincrone, puse de noi în evidență pe aceste motoare, se stabilesc și fără capacitate în circuit, deci în afara rezonanței parametrice (5).

*) Cercetări făcute în cadrul Academiei R.P.R.

MOTOARE FĂRĂ CAPACITATE. DIFERITE REGIMURI SINCRONE

Primele motoare cu inductanţă variabilă, însă fără capacitate în circuit, adică aşa numitele motoare magnetice, realizate încă de acum 70 ani şi întrebuinţate la mecanismele de orologerie, pendule electrice, patefoane etc. au întărit convingerea, înrădăcinată şi între specialişti, că singurul regim posibil de funcţionare a acestor motoare ar fi acela sincron, adică de 3000 rot/min pentru un motor bipolar, alimentat sub 50 per/s.

Această concepţie greşită a fost întărită şi de teoria prin care se demonstra că în adevăr un curent sinusoidal de frecvenţă ω nu poate produce lucru mecanic, prin variaţia inductanţei L din circuit decât dacă

$$L = L_0 (1 + m \cos \Omega t)$$

unde $\Omega = 2\omega$; aceasta decurge numai decât din expresia lucrului forţelor electromagnetice:

$$\frac{1}{2}\int i^2 dL \neq 0.$$

Această teorie a curentului *sinosoidal* se găseşte prezentată în *toate* tratatele de electrotehnică; ea este aproximativă şi nu poate explica efectele noi pe care le-am pus în evidenţă. De fapt, curentul i, nu este sinusoidal, ci numai periodic; expresia acestui curent trebue găsită din integrarea ecuaţiei diferenţiale care-l defineşte.

In cazul circuitului simplu din fig. 2. fără rezistenţă şi capacitate, expresia curentului,

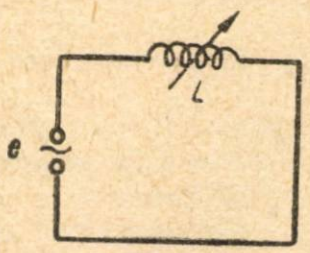


Fig. 2.

astfel, după cum am arătat în lucrarea noastră (5): « Despre diferite regimuri sincrone la motoarele cu inductanţă variabilă » se obţine prin ceea ce matematicienii numesc cuadraturi simple.

Astfel, am arătat că

$$i = \frac{EA_0}{2\omega L_0} \sin(\omega t + \alpha) + \sum_1^\infty I_n \sin[(\omega + n\Omega)t + \alpha] +$$

$$+ \sum_1^\infty I_n \sin[(\omega - n\Omega)t + \alpha]$$

unde:

$$I_n = \frac{E}{2L_0\omega} A_n \; ; \; A_n = q^n A_0 \; ; \; A_0 = \frac{2}{\sqrt{1 - m^2}} \; ;$$

$$q = \frac{\sqrt{1 - m^2} - 1}{m}$$

Din expresia curentului astfel determinată şi din condiţia ca lucrul mecanic să fie $\neq 0$, se obţine cu uşurinţă relaţia de frecvenţe:

$$\Omega = \frac{2\omega}{n} (n = 1, 2, 3 \cdots)$$

precum şi relaţia de unghiuri dintre e şi L pentru armonici impare

$$-\frac{\pi}{4} \leqslant \alpha \leqslant 0$$

pentru armonici pare

$$\frac{\pi}{4} < \alpha \leqslant \frac{\pi}{2}$$

Se naşte întrebarea, cum se face că aceste diferite regimuri de funcţionare, ale motoarelor magnetice, au rămas necunoscute timp de 70 ani.

Explicaţia o avem din valorile găsite pentru *amplitudinile* diferitelor armonici superioare ale curentului fundamental şi ele sunt acelea care dau *lucrul mediu*, în cazul regimurilor de funcţionare de ordin superior.

Aceste amplitudini sunt proporţionale cu m^n, unde « n » este ordinul armonicei respective. Cum $m < I$, se poate uşor constata că deja pentru $n = 2$, puterea pusă în joc pentru regimul de ordin 2 este de circa 1/4 din puterea la sincronism (regim de ordin I) — dacă $m = 0{,}5$; $-q = 0{,}27$.

Aceste regimuri de ordin superior nu pot apare deci, practic, din cauza frecărilor, decât dacă m depăşeşte o anumită valoare, ceea ce nu este cazul la motoarele realizate până acum.

Motoarele realizate de noi, permit un grad de modulaţie suficient ($m > 0{,}5$) pentru a le pune în evidenţă — deopotrivă cu alte proprietăţi interesante asupra cărora nu putem insista aci.

Din cele de mai sus se vede că relaţiile stabilite de noi, pentru acest caz, constitue soluţii exacte ale problemei, obţinute prin cuadraturi şi desvoltări în serie, ceea ce nu este cazul pentru circuite mai complexe cu capacitate, când trebue să recurgem la metode aproximative, precum este metoda parametrului mic şi altele.

Rezolvarea exactă a acestui caz mai simplu ne-a permis să ne formăm o imagine clară a funcţionării şi în cazurile mai complexe, cu rezistenţă şi capacitate.

Mecanismul funcţionării la *regimurile sincrone de ordin superior* se explică prin apariţia în circuitul electric, la vitezele de rotaţie, corespunzând regimului considerat, a armonicii de ordin respectiv, a curentului fundamental şi care transformă în lucru mecanic energia electrică, absorbită pe *fundamentală* dela f.e.m. aplicată. Vedem, deci, că apare aci un proces nou de transformare a energiei electrice în energie mecanică.

In aceeaș lucrare se desvoltă teoria și pentru cazul când $R \neq 0$ ($R \ll m L_0 \omega$) care se manifestă prin apariția unui decalaj suplimentar, totdeauna pozitiv, în expresia puterii transformate în lucru.

Rezultă de aci concluzia importantă, verificată experimental, că introducerea rezistenței în circuit, sporește puterea transformată în lucru mecanic: astfel motorul, primind un surplus de energie poate, prin introducerea unei rezistențe în circuit, să sară dela 750 rot/min la 1000 rot/min. Unele din aceste rezultate au fost prezentate sesiunii științifice din Iunie 1950 a Academiei R.P.R.

Se poate pune întrebarea, ce folos practic pot prezenta noile regimuri de funcționare ale acestor motoare?

Se arată, în această, privință, în lucrarea menționată (5) că, vitezele de rotație, pare, de 750 rot/min — 1500 rot/min sunt stabile, în

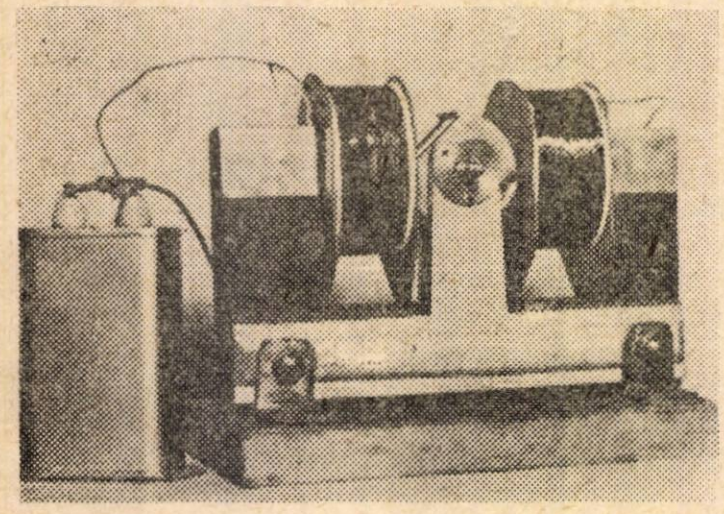


Fig. 3.

timp ce acele de 1000 rot/min — 3000 rot/min, sunt instabile. Cum în aplicațiile curente ale acestor motoare, avem de a face cu puteri mici, la care nu ne interesează atât randamentul cât stabilitatea, vedem că avem tot interesul a realiza regimul sincron de ordin 2 (1500 rot/min), reducând numărul de poli și mărind pe m.

Astfel putem evita inconvenientul instabilității la regimul fundamental (de ordin I) care se manifestă prin ieșirea completă din sincronism.

Fig. 3 reprezintă o fotografie a acestui motor (bipolar) în care se vede rotorul, un simplu pachet de tole și statorul cu 2 bobine. Caracteristicele lui au fost date în altă parte (2).

Să revenim acum la motorul parametric cu capacitate în circuit.

NOUL MOTOR CU CAPACITATE: REGIM SINCRON DE ORDIN I

In lumina teoriei de mai sus, se poate spune că, în condițiile de *rezonanță parametrică*, de ordin I, excitația, adică puterea *reactivă* necesară este furnizată prin autoexcitație la rezonanță.

Deci sursa exterioară de energie nu va trebui să furnizeze decât puterea activă — de unde rezultă o ameliorare a decalajului între curent și f.e.m. aplicată, deci o sporire a factorului de putere cos φ.

Teoria mai exactă pe care am făcut-o în acest caz (4), desvoltând metoda parametrului mic — pentru obținerea soluției generale a ecuației și apoi o soluție particulară, cu membru al 2-lea, ne-a condus la stabilirea ~~următorului~~

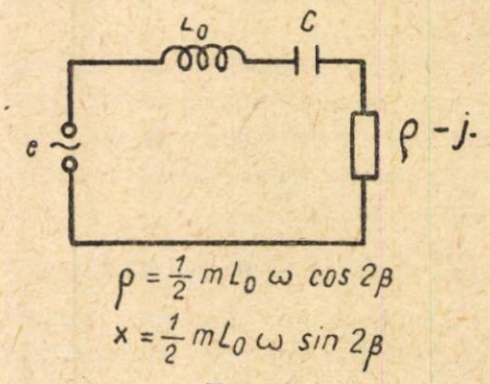


Fig. 4.

circuit echivalent al motorului parametric, în regim de funcționare de ordin I;

$$\rho = \frac{1}{2} m L_0 \omega \cos 2\beta$$

$$x = \frac{1}{2} m L_0 \omega \sin 2\beta$$

β este unghiul de avans al curentului i față de L. Pentru funcționarea stabilă se poate arăta că : $0 < \beta < \frac{\pi}{2}$. Pentru $0 < \beta < 45°$, $\rho > 0$, avem deci funcționarea ca « motor ». Pentru $45^0 < \beta < \frac{\pi}{2}$, $\rho < 0$, avem deci regimul de funcționare ca « generator ». La punctul de trecere dela faza « motor » la faza « generator », adică pentru $\beta \% 45^0$, puterea e nulă; pentru $\beta = 0$, avem puterea maximă, ca « motor »; pentru $\beta = \frac{\pi}{2}$, avem puterea maximă ca « generator ».

Dacă, definim un unghiu: $\beta' = -\left(\frac{\pi}{4} - \beta\right)$, atunci avem o interpretare fizică a acestui unghiu, care este proporțional cu sarcina.

In adevăr, referindu-ne la fig. 5, dacă semnul de rotație al rotorului este acela din fig., iar dreapta AA' reprezintă axa polilor, atunci β' va fi unghiul pe care rotorul $r\,r'$ îl face cu această axă, la fiecare rotație în momentul când curentul trece prin valoarea maximă și va avea semnul (—) la stânga axei, în faza « motor », fiind cuprins între: $-\frac{\pi}{4} \leqslant \beta' < 0$, și semnul (+), la dreapta axei, în faza « generator », fiind cuprins între $0 < \beta' < \frac{\pi}{4}$.

Când $\beta' = 0$, puterea e nulă; îndată ce β' capătă o valoare (+) în sensul rotaţiei, apar forţe electromagnetice în sens opus, dând un lucru (—) cărora pentru echilibru trebue să li se opună forţe exterioare, în sensul rotaţiei; deci, producând un *cuplu motor*: avem funcţionarea ca: « generator ». In circuitul electric echivalent ρ are semnul (—).

Indată ce β' capătă o valoare (—), apar forţe electromagnetice în sensul (+), deci al căror travaliu este (+).

Pentru « echilibru » trebue să li se opună forţe exterioare producând un cuplu rezistent avem: transformarea energiei electrice în lucru

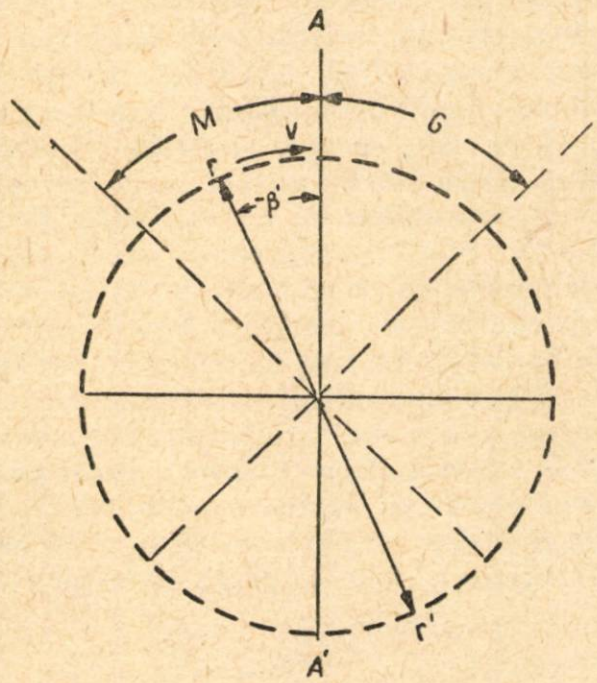


Fig. 5.

mecanic; în circuit electric echivalent $\rho > 0$; în tot timpul reactanţa $x < 0$, fiind nulă pentru sarcina maximă şi maximă pentru $\beta' = 0$.

Din expresia calculată, a curentului, apare *efectul paradoxal*, că în faza motor, curentul scade cu încărcarea, fapt care se verifică experimental.

Din cele de mai sus rezultă *reversibilitatea* energetică a maşinilor cu parametrii variabili: prin variaţia *continuă* a unui parametru (β') obţinem o tranziţie continuă dela faza « motor » la faza « generator ». Aceasta constitue iarăşi o *contribuţie originală* a noastră la cunoaşterea funcţionării acestor maşini electrice (4).

Calculul teoretic al randamentului, obţinut pe baza teoriei prezentate aci, corespunde cu acela măsurat experimental.

Pentru sarcina maximă, randamentul obţinut a fost de cca 80% cu un cos φ de 0,9.

Motorul acesta, prin simplitatea construcţiei, prin lipsa contactelor mobile şi a înfăşurărilor pe rotor, poate avea numeroase aplicaţii.

In cele expuse până aci, s'a considerat că motorul a atins viteza de regim. Incă nu s'a spus în ce mod s'a atins această viteză.

Faptul că motorul poate acroşa singur, în anumite condiţii, la una din frecvenţele sincrone, constitue un avantaj incontestabil al acestor motoare, faţă de motoarele sincrone obişnuite.

Rămâne, deci, a explica mecanismul prin care la pornire se obţine un cuplu-motor mediu, diferit de zero.

MECANISMUL PORNIRII LA NOILE MOTOARE

In tratarea matematică a acestui caz, trebue cercetate ***soluţiile neperiodice*** ale ecuaţiei diferenţiale a curentului căci numai acestea ne pot da, pentru lucrul forţelor electromagnetice, o valoare diferită de zero, pentru frecvenţe, altele decât acelea date de relaţia de frecvenţe a regimurilor sincrone, care s'a văzut că este: $\Omega = 2\omega/n$.

Rezultă că metoda « parametrului mic » nu mai poate fi folosită în acest caz, ea referindu-se numai la soluţiile periodice.

S'a aplicat atunci, acestui caz, metoda *parametrului cu variaţie lentă*, întrebuinţată la studiul oscilaţiilor neliniare, de amplitudine variabilă în mod lent în raport cu timpul şi aplicată oscilaţiilor în circuite cu tuburi electronice.

Aşa fiind, s'a desvoltat aplicaţia acestei metode şi la cazul oscilaţiilor într'un circuit rezonant cu parametrii variabili cu timpul.

Lucrarea (6) se găseşte publicată în nr. 2 al Bul. Ştiinţific al Acad. R.P.R. din 1950. In plus de aplicaţia metodei « parametrului cu variaţie lentă », a fost necesar pentru a ajunge la

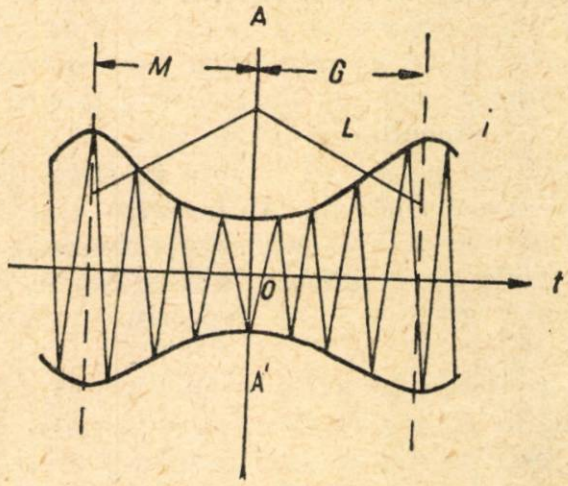


Fig. 6.

soluţii simple, interpretabile fizicește, a desvolta concomitent şi metoda « aproximării » prin care s'a înlocuit variaţia lui $L(t)$ cu o linie frântă (segmenţi liniari) şi cu ajutorul *condiţiilor la limite*, s'au putut obţine proprietăţile esenţiale ale funcţionării în acest caz, ori care ar fi valoarea lui $0 < m < 1$.

Metoda de mai sus ne-a fost sugerată de următoarea observaţie: presupunem că dăm rotorului o rotaţie infinit de înceată, dela stânga la dreapta; este evident că forma curentului în acest caz va fi aceea din fig. 6.

Curba se prezintă deci sub forma unei unde modulate a cărei valori maxime (de amplitu-

dine), corespund momentelor la care inductanța L intră în rezonanță cu C. Să presupunem că aceste momente corespund acelora pentru care L trece prin valoarea minimă. Vom avea atunci imaginea din fig. 6 în care $A\,A'$ este axul polilor.

Din condiția ca ecuația diferențială a curentului, să admită o soluție de această formă pentru o viteză de rotație *finită* dar mai mică decât ω rezultă astfel după cum se arată în lucrarea menționată, o curbă de curent de forma (fig. 7): în care maximul al 2-lea din faza « generator » se deplasează mult spre dreapta (în sensul rotației), astfel încât nu mai cade în

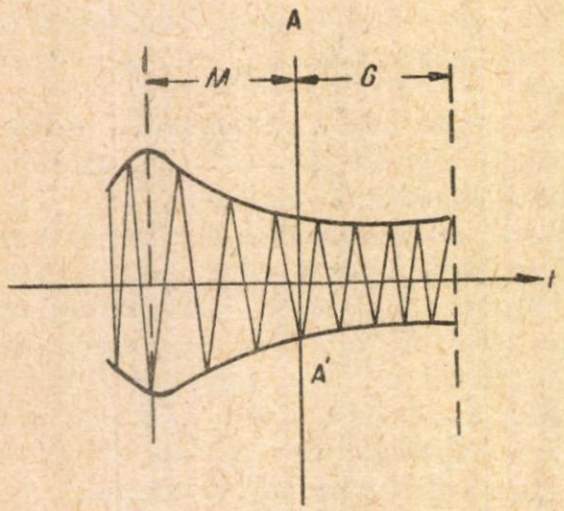


Fig. 7.

cuprinsul a două poziții succesive extreme dintr'o jumătate de perioadă a rotorului: rezultă de aci o disimetrie pronunțată a amplitudinelor curenților în cele două faze succesive (M, G) dintr'o jumătate de perioadă și deci un cuplu motor, mediu, diferit de zero.

Lucrurile se petrec ca și cum în stare dinamică avem un $L_D > L_S$. In lucrarea citată se dă expresiunea acestei inductanțe *dinamice* L_D care depinde de raportul: $(a/R \pm 2a)$ unde a este panta dreptei care reprezintă variația inductanței.

Această teorie își găsește confirmarea experimentală în oscilograma curbei curentului, ridicată cu oscilograful catodic și care prezintă în adevăr aspectul din fig. 7.

Ea explică apariția unui cuplu-motor mediu, diferit de zero, chiar în momentul pornirii, cuplu care poate ajunge astfel, după cum rezultă din măsurile efectuate cu frâna mecanică, la 50% din valoarea maximă din plină sarcină.

Până aci s'a vorbit de rezultatele noastre privind motoarele cu inductanță variabilă de tip rotativ.

Dar principiul transformării energiei electrice în lucru mecanic, prin *variația inductanței* ne-a condus la realizarea de motoare electrice cu mișcare alternativă, de un gen cu totul nou de o simplitate deosebită și în lipsa oricărei comutații mecanice.

MOTOARE CU MIȘCARE ALTERNATIVĂ

Cum este posibilă realizarea unei mișcări alternative, prin variația inductanței L?

Dacă considerăm electromagnetul din fig. 8 de tipul cu « plonjon » alimentat în curent continuu sau alternativ, știm din electrotehnică că un asemenea sistem exercită asupra armăturii mobile un efect de succesiune: armătura este atrasă până în poziția de flux maxim, când efectul încetează, ea rămânând imobilă în această poziție.

Dacă însă introducem un *condensator* în circuit, pentru o anumită *valoare a capacității* obținem efectul, neînregistrat în literatura tehnică, după care armătura este proiectată cu putere înafară, iar dacă la capetele cursei se pun două opritori $O\,O'$ armătura izbește cu putere în aceștia, în mod periodic, transformând în energie de șoc, energia electrică absorbită dela sursă. Dacă cercetăm mai în de aproape acest efect, constatăm că nu este altul decât acela din fig. 7 în care din cauza vitezei căpătate, apare o disimetrie a curenților în cele două poziții de simetrie ale armăturii față de centrul bobinei: curentul din faza motor (atracție) este mai mare (în amplitudine) decât curentul din faza generator (frânare) astfel încât, într'o cursă din O în O' avem un lucru « motor » mediu $\neq O$.

In fine, pentru a încheia această trecere în revistă a efectelor noi obținute până acum prin simpla variație a inductanței în circuitul elec-

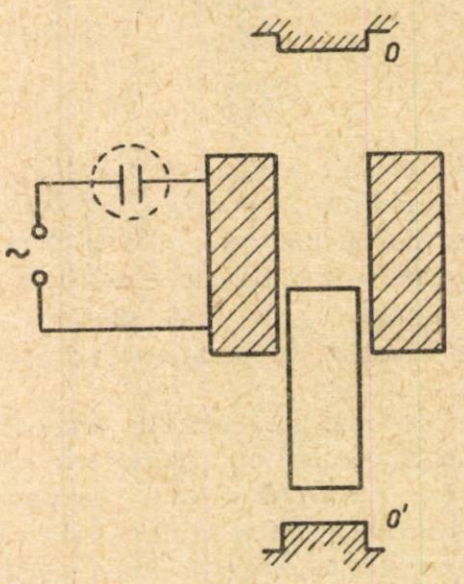


Fig. 8.

tric, cu și fără capacitate, vom menționa că în momentul de față colectivul care lucrează la aceste probleme în cadrul Acad. R.P.R. a obținut rezultate deosebit de interesante, din punct de vedere teoretic și practic, în cazul autoexcitației parametrice în circuite electrice cu două și mai multe grade de libertate în care, prin variația periodică a unui singur parametru, se pot întreține simultan două sau mai multe oscilații, cu randament ridicat, precum și conversiuni de frecvență: dela o frecvență joasă la una ridicată și viceversa.

Rezultă din toate cele de mai sus, că principiul autoexcitaţiei parametrice, conceput şi realizat pentru prima oară de savanţii sovietici *L. Mandelstam* şi *N. Papalexi* şi desvoltat în aplicaţiile noastre, prin combinaţia cu forţe electromotrice exterioare aplicate în circuite simple şi cu mai multe grade de libertate, se dovedeşte a fi un principiu fecund în electrotehnică, o adevărată mină de experienţe care, exploatată cu răbdare şi pricepere, poate da rezultate teoretice şi practice, din cele mai preţioase.

Trecând acum la prezentarea a două din aplicaţiile motorului parametric cu mişcare alternativă şi anume: un ciocan pentru nituit (fig. 9) şi un ciocan de forţe (fig. 10). vom arăta, comparativ cu uneltele pneumatice, locul pe care vor avea să-l ocupe în industrie, construcţii, exploatări miniere, etc., vom descrie sumar construcţia şi metoda de proiectare, funcţionarea, consumul de energie şi întreţinerea.

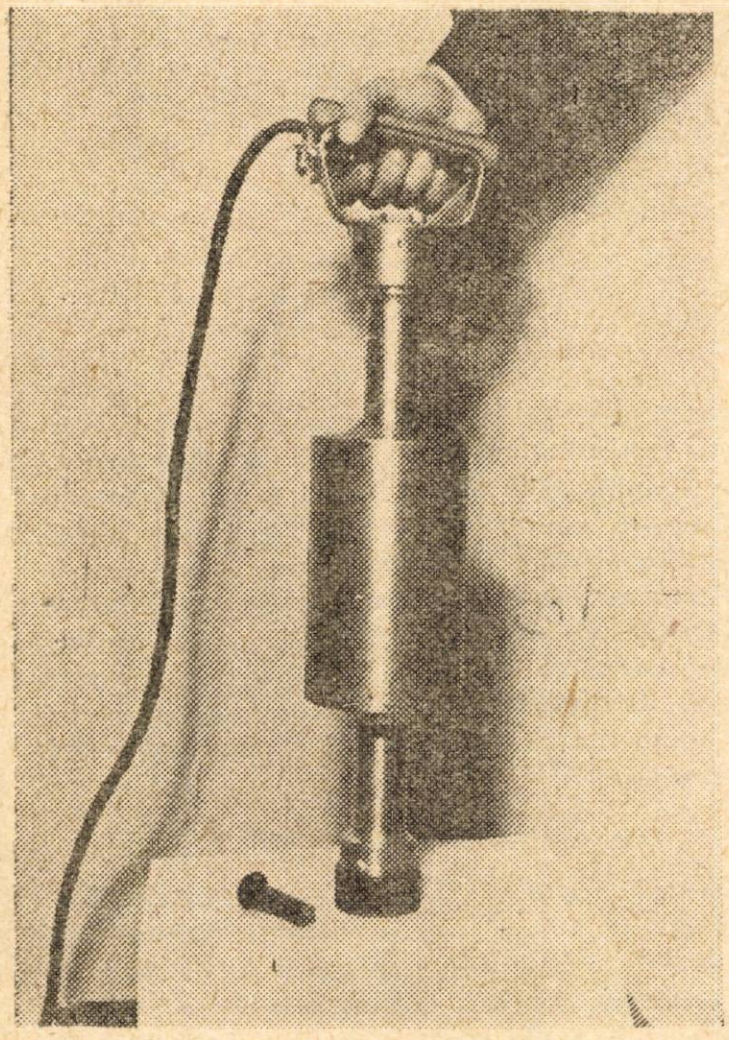


Fig. 9.

In industria grea, în ateliere, în şantiere navale, la construcţii, în exploatări miniere, se întrebuinţează pe scară mare, maşini-unelte pneumatice, cu acţiune de percuţie (lovire).

Energia iniţială, folosită la aceste maşini, este energia electrică care se transformă în energie *elastică de compresiune* a aerului, care la rândul ei se transformă în energie mecanică, de şoc.

Cu preţul acestei duble transformări, deci cu pierderi însemnate de energie, s'a putut rezolva problema pusă de această utilizare specială.

Ciocanul electric, la care problema mişcării alternative era rezolvată prin întrerupătoare automate, nu s'a putut desvolta din cauza complicaţiei pe care o prezenta întrerupătorul automat, sincronizat cu mişcarea.

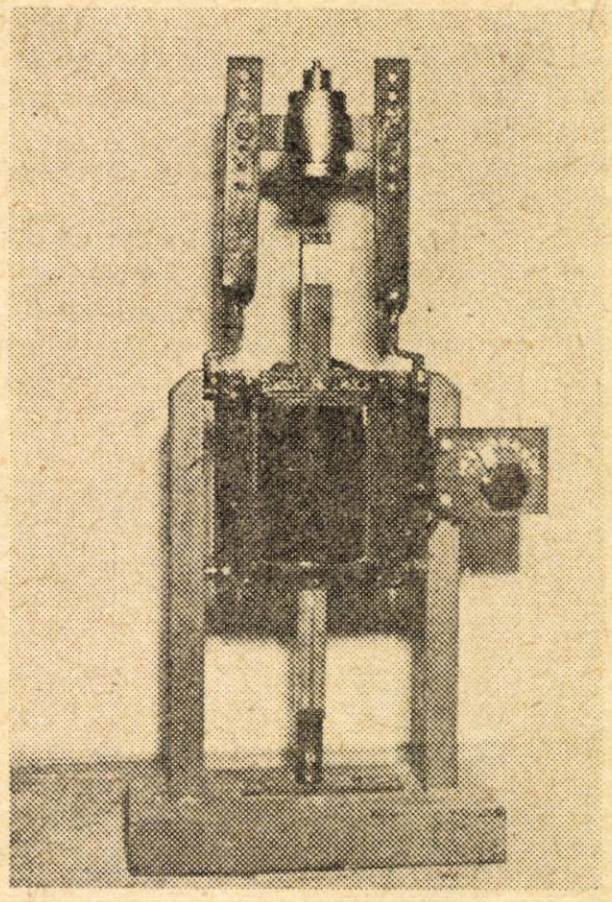


Fig. 10.

In noul tip de ciocan electric, mişcarea alternativă se produce în mod natural, fără niciun artificu, constructiv (întrerupător automat sau altul) ci numai prin efectul procesului « parametric » de transformare a energiei electrice în lucru mecanic, atât în cazul mişcării alternative cât şi în acela al mişcării rotative (6).

Este evident că un asemenea proces care permite transformarea directă a energiei electrice la lucru mecanic, alternativ, prezintă avantajul simplităţii constructive şi al unui randament ridicat, astfel după cum o dovedesc încercările făcute asupra prototipului realizat.

Importanţa introducerii în practică, a acestor noi unelte mecanice de lucru, constă în faptul că va realiza substanţiale economii prin reducerea preţului de cost şi a consumului de energie.

DESCRIEREA CONSTRUCTIVĂ

Proiectare. Părţile esenţiale ale ciocanului electric pentru nituit sunt (fig. 11):

Bobina care este confecţionată din sârmă de cupru emailat sau cu bumbac.

Percutorul cilindric, din oţel moale, călit la capete, cu crestături longitudinale pentru evitarea curenţilor Foucault.

Percutorul glisează de-a-lungul unui tub de alamă care-i serveşte de ghid, şi la capetele căruia se găseşte « scula » care forjează capul

nitului și resortul care imaginează energia cinetică în cursa de întoarcere.

Circuitul magnetic, cuprinde câteva foi de tablă de transformator înfășurate pe bobină, și câteva șaibe din aceeași tablă care închide circuitul magnetic la cele două capete ale bobinei.

Toate aceste piese vin dispuse în interiorul a 2 corpuri din aluminium turnat care se strâng una de cealaltă prin ghivent.

In fine, avem mânerul prevăzut cu întrerupătorul și cablul de curent.

In ceea ce privește « condensatorul » electric, acesta se poate monta departe de ciocan la capătul opus al cablului de curent, în imediata vecinătate a prizei de curent. Greutatea întregului echipament este pentru prototipul construit de cca 9 kg. Din această descriere sumară a pieselor componente se poate aprecia simplitatea de construcție care nu pune nici-o problemă specială de fabricație, astfel după cum e cazul la uneltele pneumatice.

La proiectarea unui asemenea ciocan, se ia ca punct de plecare *puterea* pe care trebue să o desvolte având în vedere aplicația căreia îi este destinat; această putere va trebui să fie egală cu energia magnetică disponibilă, în unitatea de timp:

$$\varepsilon_m = \frac{1}{2} m L_0 \omega I^2$$

In funcție de această mărime se determină toate celelalte dimensiuni constructive ale ciocanului, după relații stabilite teoretic și verificate experimental.

Funcționare. Unul din avantajele ciocanului electric este acela de a fi întotdeauna gata de a funcționa, o rețea de curent electric fiind mult mai răspândită și mai sigură decât o canalizație de aer comprimat.

Prin simpla închidere a întrerupătorului, ciocanul intră în funcție cu un număr de 1000 lovituri pe minut (regim sincron).

Numărul de bătăi poate fi variat prin construcție, el rămânând însă un submultiplu de 3000 lovituri pe minut.

Teoria exactă a funcționării a fost făcută în comunicările științifice prezentate de autor și colaboratori Secției Tehnice a Academiei R.P.R.

Consumul de energie. După cum s'a spus la început, transformarea directă a energiei electrice în lucru mecanic, realizează o apreciabilă economie la consumul de energie.

Astfel, la același efect util, ciocanul electric consumă numai 2 CP, în timp ce ciocanul pneumatic consumă între 8—10 CP.

Dacă ne gândim că într'un atelier mediu, de cazangerie, reparații de vagoane, locomotive etc., sunt în funcție câte 200 de unelte pneumatice, ne putem da seama de economia de energie ce se poate realiza prin introducerea în exploatare a ciocanelor electrice, de acest gen.

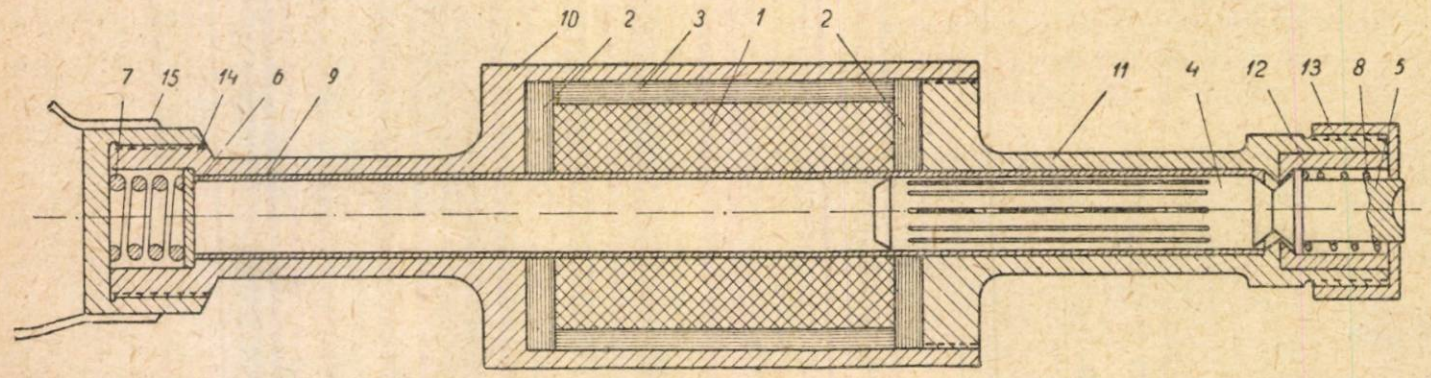


Fig. 11. — 1 — bobina; 2, 3 — circuitul magnetic; 4 percutorul; 5 — scula; 6 — placă de oțel; 7, 8 — resort; 9 — ghidaj; 10, 11 — corp aluminiu; 12 — bucșe oțel; 13 — piuliță de ghidare a sculei; 14 — capac aluminiu; 15 — mâner.

Intreținere. Și la acest capitol avem o economie realizată față de ciocanele pneumatice, prin simplificarea considerabilă a operațiilor de întreținere, care se reduce la verificarea izolamentului electric al bobinajului.

Toate celelalte operațiuni periodice de întreținere ale ciocanelor pneumatice, anume: ungerea, curățirea canalelor și supapelor sau sertarelor de distribuție, verificarea conductelor de aer comprimat a compresorului, etc. sunt astfel eliminate.

CONCLUZII

Dintre aplicațiile noilor mașini electrice, trecute aci în revistă, acelea care se impun prin urgența lor sunt cele privitoare la ciocane de forje, nituit, stemuit, dăltuit, etc.

Actualele scule pneumatice, cu acțiune prin lovire, sunt încă de o construcție complicată, prezentând numeroase probleme de fabricație și un mare număr de rebuturi la producția în serie. Capacitatea de producție, la noi în țară, a acestor mașini este departe de a satisface necesitățile.

Noile tipuri de mașini cu numeroase avantaje economice și tehnice după cum rezultă din expunerea de mai sus, sintetizează rezultatele unor îndelungate munci de cercetare teoretică și experimentală, dusă în colectiv. Fabricația acestor aparate nu pune nicio problemă nouă industriei electrotehnice.

Credem că industria noastră are tot interesul de a introduce în procesele de prelucrare și fabricație mecanice aceste noi tipuri de mașini electrice. Se vor evita astfel eventuale strangulări în numeroase sectoare de producție, asigurându-se baze solide pentru înfăptuirea primelor noastre « Cincinale ».

Bibliografie

1. *L. Mandelstam* și *N. Papalexi*, « Generarea parametrică a curenților alternativi » (Electricestvo Nr. 11, 67—76, 1938).
2. *N. Papalexi*, « Evoluția concepției de rezonanță » (Succesele științelor fizice, 31, 447—460, 1947).
3. *N. Papalexi*, « Un caz de circuite cuplate parametric » (Journ. Of. Phys. Acad. Sc. U.R.S.S., 1, 373—379, 1939).
4. *N. Marinescu*, « Reversibilitatea energetică a mașinilor electrice cu parametri variabili » (Bul. Științific al Acad. R.P.R., 6/1950).
5. *M. Marinescu* și *P. Postelnicu*, « Despre diferite regimuri sincrone la motoare electrice monocircuit » (Bul. Științific al Acad. R.P.R., Aprilie 1950).
6. *M. Marinescu*, « Despre electromotorul monocircuit cu condensator » (Bul. Științific al Acad. R.P.R., Nr. 2/1950).

НЕСКОЛЬКО СТОРОН ТЕОРИИ И ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН, С ПЕРЕМЕННОЙ РЕАКЦИЕЙ САМОИНДУКЦИИ И КОНДЕНСАТОРАМИ

Резюме

Автор статьи излагает результаты изысканий, произведенных Академией Румынской Народной Республики, в отношении электродвигателей с переменной реакцией самоиндукции и конденсатором.

Эти изыскания выявили:

а) новые синхронные режимы магинтных двигателей (без конденсатора), стремящиеся к стабильности этих двигателей;

б) реверсивную стабильность электрических машин с переменной реакцией самоиндукции и конденсаторами, отметив синхронные режимы, составляющие энергетическое взаимодействие самовозбуждения параметрического резонанса разного порядка, когда речь идет о параметрических генераторах, осуществленных Советскими учеными Л. Манделштамом и Н. Папалекси;

в) механизм пуска этих двигателей, входящих в синхронизм без того, чтобы заводить двигатель;

г) новые стремления в деле осуществления электродвигателей с переменным ходом: сконструированы прототипы электрических клепальных и кузнечных молотов.

REGLAJUL AUTOMAT AL TENSIUNII PE GENERATORI SINCRONI

de ing. I. PURICA

Amploarea pe care o ia producerea și utilizarea energiei electrice la noi în țară în cadrul Planului de Electrificare, pune o serie de probleme tehnice care trebue rezolvate sau pentru care trebue adoptate soluțiile optime. Aceste probleme tehnice n'au fost considerate la justa or valoare în instalațiile existente din cauză că, mărimea instalațiilor producătoare de energie electrică și lungimea rețelelor de interconectare dintre uzini aveau valori mici.

Datorită faptului că furnizarea energiei electrice se face, în sistemele energetice actuale, sub tensiune constantă și că o serie de industrii sunt foarte sensibile la variații de tensiune, problema reglajului automat de tensiune se impune în toate uzinele.

Pe de altă parte, reglajul automat de tensiune nu trebue numai să readucă tensiunea într'un timp cât se poate de scurt la valoarea sa normală, dar trebue să se adapteze și mersului în paralel, astfel încât să asigure o repartiție corectă a energiei reactive între grupurile care merg în paralel și chiar între centralele interconectate.

In cazul deranjamentelor ce pot surveni într'un sistem electric, regulatorii automați de tensiune nu trebue să agraveze condițiile de funcționare ale grupurilor electrice, ci trebue să mărească stabilitatea mersului în paralel al generatorilor.

In cele ce urmează, se vor preciza condițiile pe care trebue să le îndeplinească un sistem automat de reglare a tensiunii unui generator sincron pentru satisfacerea celor trei parametri enunțați mai sus:

I. Menținerea tensiunii constante la bornele generatorului sincron;

II. Repartiția corectă a puterilor reactive între generatorii sincroni care funcționează în paralel;

III. Mărirea stabilității generatorilor sincroni în cazul deranjamentelor (suprasarcini, scurt-circuite).

In baza acestor condiții, se vor descrie câteva tipuri de regulatori utilizați în prezent și se va arăta în ce măsură satisfac condițiile amintite.

I. MENȚINEREA TENSIUNII CONSTANTE LA BORNELE GENERATORULUI SINCRON

1. La o valoare constantă a curentului rotoric, deci pentru o excitație constantă a generatorului, tensiunea la bornele generatorului variază cu sarcina, deoarece forța electromotoare rămâne constantă.

Pentru ca tensiunea la bornele generatorului să fie constantă, va trebui ca forța electromotoare să varieze cu sarcina astfel ca să compenseze căderea de tensiune produsă de variația sarcinii; deci va trebui ca variația sarcinii să producă o variație a excitației generatorului.

Se va căuta să se stabilească, care trebue să fie variația forței electromotoare și deci a curentului rotoric pentru ca la variații ale curentului debitat de generator, tensiunea la bornele generatorului să rămână constantă.

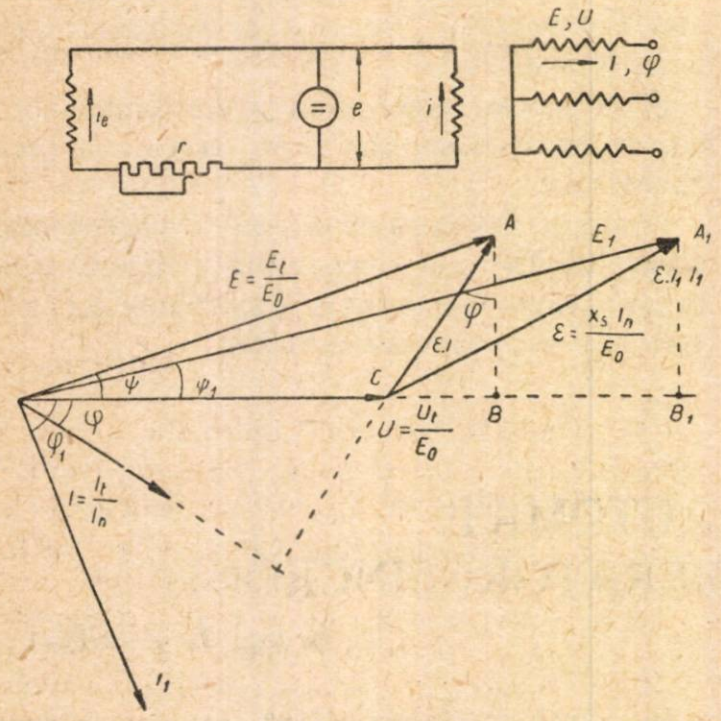


Fig. 1.

In fig. 1 se reprezintă schema și diagrama de funcționare a unui generator sincron, în care s'a considerat că rezistența bobinelor statorului este neglijabilă față de reactanța lor. S'a notat cu E_t forța electromotoare la o anumită sarcină (I, φ) necesară pentru a menține la bornele mașinii tensiunea U_c.

In calculul care urmează, se va considera tensiunile raportate la tensiunea nominală (E_0) a generatorului, iar curentul la curentul nominal al generatorului.

In locul reactanței x_s în Ω se va utiliza căderea de tensiune raportată la tensiunea nominală:

$$\varepsilon = \frac{x_s \cdot I_n}{E_0}.$$

Din diagrama de funcționare a generatorului se observă că:

$$\overline{OA}^2 = \overline{OB}^2 + \overline{BA}^2$$

adică:

$$E_t^2 = (U_c + x_s \cdot I_t \cdot \sin\varphi)^2 + (x_s \cdot I_t \cdot \cos\varphi)^2 \quad (1)$$

sau raportând la tensiunea nominală de mers în gol E_0 care se confundă cu forța electromotoare:

$$\left(\frac{E_t}{E_0}\right)^2 = \left(\frac{U_c}{E_0} + \frac{x_s \cdot I_n}{E_0} \cdot \frac{I_t}{I_n} \cdot \sin\varphi\right)^2 + \left(\frac{x_s \cdot I_n}{E_0} \cdot \frac{I_t}{I_n} \cos\varphi\right)^2. \quad (2)$$

Inlocuind rapoartele

$$\frac{E_t}{E_0} = E; \frac{I_t}{I_n} = I; \frac{x_s \cdot I_n}{E_0} = \varepsilon$$

se obține forța electromotoare (E) a generatorului cu sarcina (I) și decalajul φ la un moment dat t:

$$E^2 = (U + \varepsilon I \sin\varphi)^2 + (\varepsilon I \cos\varphi)^2. \quad (3)$$

Dacă între timpul t și timpul t_1 sarcina variază, curentul ajungând la o valoare I_1 și decalajul la o valoare φ_1, este necesară o nouă forță electromotoare E_1 pentru ca tensiunea la bornele generatorului să rămână aceeași, și în momentul t_1 se va obține:

$$E_1^2 = (U + \varepsilon I_1 \sin\varphi_1)^2 + (\varepsilon I_1 \cos\varphi_1)^2. \quad (4)$$

Făcând diferența între relațiile (3) și (4) pentru a avea valoarea cu care trebue să varieze forța electromotoare la o anumită variație a sarcinii, se obține:

$$(E_1 + E)(E_1 - E) = 2\varepsilon U (I_1 \sin\varphi_1 - I \sin\varphi) + \varepsilon^2 (I_1 + I)(I_1 - I), \quad (5)$$

relație în care se observă că $U I \sin\varphi = P_r$ este puterea reactivă pe care o furniza mașina la timpul t, iar $U I_1 \sin\varphi_1 = P_{r1}$ este puterea reactivă pe care o furnizează mașina la momentul t_1, deci:

$$(E_1 + E) \cdot \Delta E = 2\varepsilon (P_{r1} - P_r) + \varepsilon^2 (I_1 + I) \cdot \Delta I, \quad (6)$$

în care s'a notat variația curentului și variația forței electromotoare, respectiv cu

$$\Delta I = I_1 - I \text{ și } \Delta E = E_1 - E.$$

Dacă se notează și variația decalajului cu $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi$, relația (5) de mai sus devine:

$$(E_1 + E) \cdot \Delta E = 2\varepsilon U (I_1 \cos\Delta\varphi - I) \sin\varphi + 2\varepsilon U I_1 \cos\varphi \cdot \sin(\Delta\varphi) + \varepsilon^2 (I_1 + I) \cdot \Delta I. \quad (7)$$

Relațiile (6) și (7), care arată cu cât trebue să varieze forța electromotoare, atunci când curentul debitat de mașină și decalajul acestuia a variat respectiv cu ΔI și $\Delta\varphi$ într'un timp $t_1 - t = \Delta t$, pentru a menține aceeași tensiune U la bornele generatorului, sunt foarte importante și vor servi în cele ce urmează unde se va considera cazurile obișnuite în funcționarea unui generator sincron dintr'o centrală electrică.

2. La o funcționare normală a unui generator sincron dintr'o centrală electrică variațiile de sarcină (I, φ) într'un timp Δt mic sunt suficient de mici astfel ca să putem considera variația curentului (ΔI) și a decalajului ($\Delta \varphi$) ca reprezentând valori neglijabile în raport cu sarcina generatorului la timpul t.

In acest caz variația forței electromotoare devine:

$$2 E . \Delta E = 2 \varepsilon U \sin \varphi . \Delta I + 2 \varepsilon^2 . I . \Delta I$$

și ținând seama de valoarea lui E din relația (3):

$$\Delta E = \frac{U \sin \varphi + \varepsilon I}{\sqrt{(U + \varepsilon I \sin \varphi)^2 + (\varepsilon I \cos \varphi)^2}} . \varepsilon \Delta I \quad (8)$$

Relația (8) se mai poate scrie sub forma:

$$\Delta E = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{U \cos \varphi}{U \sin \varphi + \varepsilon I}\right)^2}} . \varepsilon . \Delta I \quad (9)$$

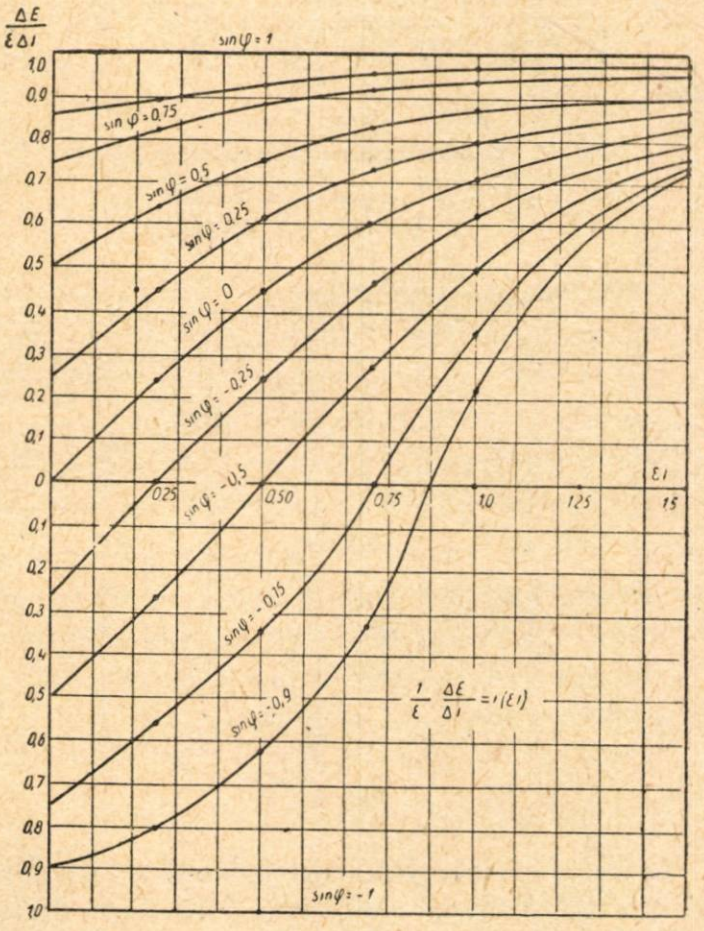


Fig. 2.

Din această relație rezultă că variația ce trebue dată forței electromotoare, în cazul unei variații lente a curentului și decalajului, pentru a menține tensiunea constantă la bornele generatorului depinde de starea inițială a generatorului ($I \varphi$) și, deci un sistem de reglaj care produce o creștere a forței electromotoare proporțional cu creșterea curentului nu este valabil decât pentru o anumită stare inițială a generatorului, dacă factorul de proporționalitate este o constantă.

In fig. 2 se pot vedea curbele reprezentând variațiile factorului de proporționalitate în funcție de ΔI pentru diverse valori ale lui $\sin \varphi$ considerând că tensiunea ce trebue menținută constantă la bornele mașinii este chiar tensiunea nominală, adică

$$U = \frac{U_c}{E_0} = 1.$$

3. In cazul când într'un timp foarte scurt ($\Delta t \to 0$) avem o variație bruscă de curent $\Delta I \gg 0$, dar cu o variație mică de decalaj ($\Delta \varphi \to 0$), atunci variația ce trebue dată forței electromotoare pentru a menține tensiunea constantă este (formula 7):

$$2 E . (\Delta E) + (\Delta E)^2 = 2 (U \sin \varphi + \varepsilon I) . \varepsilon . \Delta I + \varepsilon^2 (\Delta I)^2. \quad (10)$$

De asemenea, în cazul când avem o variație mică de curent, însă o variație bruscă de decalaj $\Delta \varphi \gg 0$ într'un timp scurt, variația forței electromotoare devine:

$$2 E . (\Delta E) + (\Delta E)^2 = -2 \varepsilon U I . (1 - \sin \varphi_1). \quad (11)$$

în care φ_1 este valoarea finală a decalajului.

Cazul general reprezentat de relațiile (6) și (7) dau comportarea pe care trebue să o aibă un sistem de reglaj automat al tensiunii în cazul când generatorul suportă un scurtcircuit pe una din liniile pe care le alimentează, deci când avem un salt brusc dela situația normală de funcționare (I, φ) la o stare de scurtcircuit (I_k, φ_k).

Considerându-se situația anormală a unui scurtcircuit, nu se mai poate vorbi de menținerea constantă a tensiunii, deoarece prin aceasta se mărește extrem de mult curentul de scurtcircuit și solicitările termice și mecanice ale instalației și deci în aceste situații trebue să preocupe numai problema măririi stabilității grupurilor ce merg în paralel. Astfel, un sistem de automatizare pentru menținerea constantă a tensiunii la bornele generatorilor sincroni va trebui să satisfacă în primul rând condițiile expuse în relația (9).

4. Realizarea practică a variației forței electromotoare, necesare pentru menținerea unei tensiuni constante la bornele unui generator sincron atunci când sarcina variază, se poate face variind printr'un reostat valoarea curentului rotoric.

Cum însă la generatorii de puteri mari curentul rotoric are valori de sute de amperi, aparatajul devine greoi și prezintă o mare inerție în funcționare. S'a recurs la variația curentului de excitație al excitatricei (i_e — fig. 3). Aceasta se poate face în două feluri:

— prin variația valorii unei rezistențe introdusă în serie cu reostatul de reglaj manual în circuitul de excitație al excitatricei.

— prin aplicarea unei tensiuni variabile la bornele înfășurării derivație a excitatricei.

In fig. 3 se arată schematic modul în care trebue să lucreze un sistem de reglaj de tensiune pe generatori sincroni.

In figura 3-a se reprezintă circuitul de reglaj pentru un dispozitiv sesizat de variaţia de curent ΔI, care are loc în timpul $\Delta t = t_1 - t$. Datorită inerţiei sistemului de reglaj, variaţia Δr a rezistenţii reostatului de reglaj va avea loc la timpul $t_1 + \tau_a$.

Variaţia rezistenţei Δ_r produce o variaţie a curentului de excitaţie Δi_e, deci o variaţie

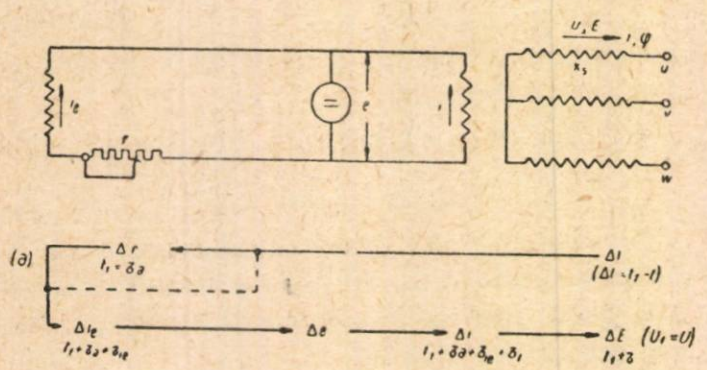


Fig. 3-a.

simultană a forţei electromotrice a excitatricei Δe şi în fine a variaţiei Δi a curentului rotoric al generatorului. Din cauza inerţiei magnetice a sistemului electric excitatrice-rotor, curentul rotoric va ajunge la valoarea corespunzătoare forţei electromotoare necesare pentru menţinerea constantă a tensiunii numai după un timp τ dela variaţia rezistenţii reostatului de reglaj sau a variaţiei curentului de excitaţie al excitatricei, în cazul sistemelor bazate pe aplicarea unei tensiuni variabile la bornele înfăşurării derivaţie a excitatricei.

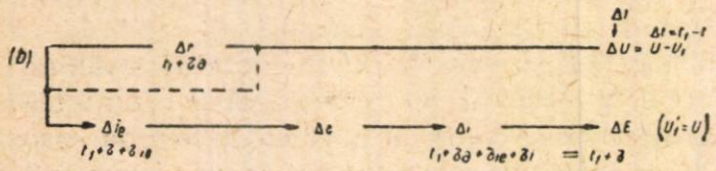


Fig. 3-b.

Se constată deci că, ori care ar fi sistemul de reglaj, chiar la cele care au o inerţie proprie nulă ca în cazul sistemelor electronice sau a celui din fig. 9, forţa electromotoare a generatorului nu ajunge la valoarea corespunzătoare menţinerii tensiunii constante pentru o nouă sarcină pe generator de cât cu o întârziere datorită inerţiei magnetice a sistemului excitatrice rotor, specifică generatorului sincron şi care nu poate fi îndepărtată.

Din această cauză tensiunea, care variază simultan cu sarcina (I, φ), nu poate fi menţinută niciodată la o valoare constantă şi deci problema se reduce la o readucere rapidă a tensiunii la valoarea sa nominală atunci când am avut o variaţie de sarcină.

Variaţia simultană a tensiunii cu variaţia sarcinii (I, φ) poate fi folosită ca element de sesizare al sistemului de automatizare, ea producând variaţia rezistenţii Δr, etc., aşa cum se arată în fig. 3b). Tensiunea va avea din nou valoarea sa nominală după un timp care depinde de constanta de timp a generatorului, de inerţia sistemului de reglaj şi de variaţia sarcinii $(\Delta I, \Delta\varphi)$.

5. In cazul unor variaţii lente de sarcină, în sensul celor arătate la punctul (2) variaţia simultană a tensiunii va fi:

$$\Delta U = \left[\frac{\varepsilon I \cos\varphi^2}{\sqrt{E^2 - (\varepsilon I \cos\varphi)^2}} + \sin\varphi \right] . \varepsilon . \Delta I \quad (12)$$

Această variaţie de tensiune are loc la timpul $t + \Delta t = t_1$ şi ea trebue să provoace o creştere a forţei electromotoare cu ΔE astfel ca la timpul $t_1 + \tau$ tensiunea la bornele maşinii să fie din nou U.

Dacă se înlocueşte în relaţia (6) valoarea lui $\varepsilon . \Delta I$ scoase din relaţia (12) şi se fac simplificările respective, se ajunge la relaţia, care ne dă variaţia forţei electromotrice pentru o variaţie de tensiune la bornele maşinii:

$$\Delta E = \frac{U + \varepsilon I \sin\varphi}{\sqrt{(U + \varepsilon I \sin\varphi)^2 + (\varepsilon I \cos\varphi)^2}} . (\Delta U) \quad (13)$$

sau

$$\Delta E = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\varepsilon I \cos\varphi}{U + \varepsilon I \sin\varphi} \right)^2}} . \Delta U \quad (14)$$

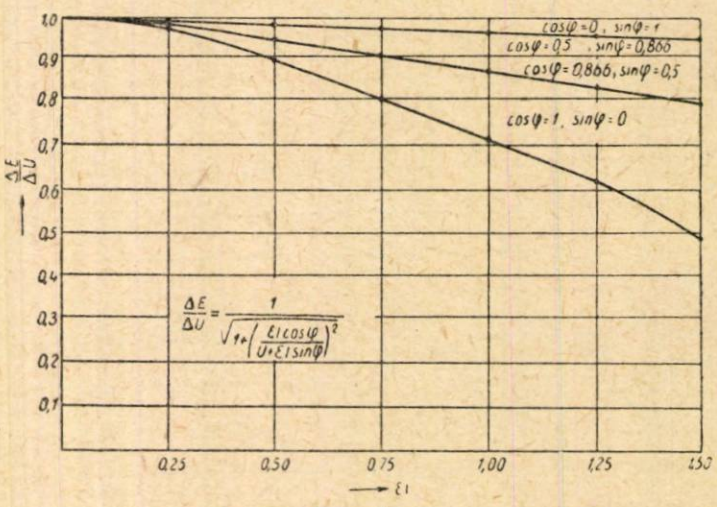


Fig. 4.

In fig. 4 se reprezintă curbele după care trebue să varieze factorul de proporţionalitate dintre ΔE şi ΔU astfel ca forţa electromotoare finală E_1 să fie cea corespunzătoare noii sarcini (I_1, φ_1), în funcţie de curentul maşinii în momentul variaţiei (εI) şi pentru diverse valori ale decalajului.

6. Pentru a stabili variaţia ce trebue dată curentului rotoric, pentru a provoca o variaţie a forţei electromotoare, se va utiliza următoarea relaţie între forţa electromotoare (E) şi curentul de excitaţie $\left(i = \frac{i_t}{i_0}\right)$.

$$\frac{E_t}{E_{max}} = \left(1 + \frac{1}{2s}\right) \coth \left[\left(1 + \frac{1}{2s}\right) \frac{i_t}{i_0} \right] - \frac{1}{2s} \coth \left[\frac{1}{2s} \frac{i_t}{i_0} \right], \quad (15)$$

în care s'a considerat i_0 curentul de excitaţie corespunzător tensiunii nominale E_0 la mers în gol iar s este o constantă.

Ecuaţia de mai sus reprezintă curba de mers în gol a maşinii sincrone. E_{max} este tensiunea maximă către care curba tinde asimptotic.

Constanta s se determină ridicând curba de mers în gol a maşinii din care se deduce E_{max}. Cunoscând tensiunea nominală a generatorului E_0 şi curentul rotoric corespunzător i_0, se poate afla valoarea constantei s din relaţia:

$$\frac{E_0}{E_{max}} = \left(1+\frac{1}{2s}\right)\coth\left(1+\frac{1}{2s}\right) - \frac{1}{2s}\coth\left(\frac{1}{2s}\right).$$

In tabela de mai jos se dă raportul dintre E_{max}/E_0 pentru câteva valori ale constantei s

$s =$	1,0	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
$\frac{E_{max}}{E_0} =$	1,76	1,70	1,67	1,63	1,59	1,55	1,50	1,45	1,41	1,36	1,31

In fig. 5 se poate vedea curba reală de mers în gol a unui generator, curba tip şi curba reprezentată de ecuaţia (15) pentru o valoare a constantei $s = 0{,}65$ şi $\frac{E_{max}}{E_0} = 1{,}45$,

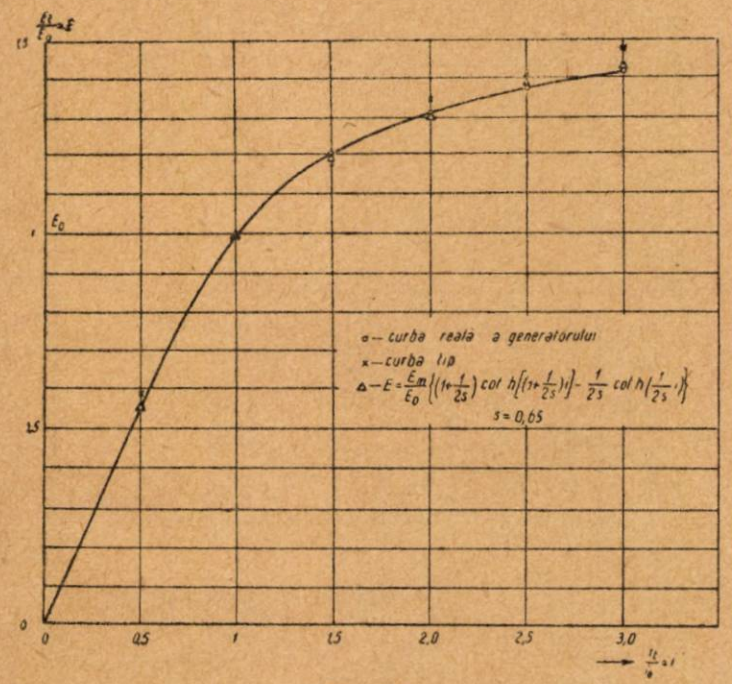


Fig. 5.

adică:

$$E = \frac{E_t}{E_0} = \frac{E_{max}}{E_0}\left\{\left(1+\frac{1}{2s}\right)\coth\left[\left(1+\frac{1}{2s}\right)\frac{i_t}{i_0}\right] - \frac{1}{2s}\coth\left(\frac{1}{2s}\frac{i_t}{i_0}\right)\right\} \qquad (16)$$

în care dacă notăm $\frac{E_m}{E_0} = K$, constantă specifică generatorului şi $\frac{i_t}{i_0} = i$ curentul rotoric raportat la curentul rotoric corespunzător tensiunii nominale la mers în gol, şi înlocuim valorile lui s şi K cu cele de mai sus:

$$E = 1{,}45\ [1{,}769\coth(1{,}769\,i) - 0{,}769\coth(0{,}769\,i)]\ . \qquad (17)$$

Curba tip este reprezentată de ecuaţia (16) în care însă constanta s are valoarea 0,7.

7. Pentru a afla variaţia forţei electromotoare, care se confundă cu tensiunea de mers în gol la aceeaşi excitaţie i, în funcţie de variaţia Δi a curentului rotoric, se face derivata ecuaţiei (16).

Ţinând seama de faptul că pentru regiunea de funcţionare a generatorului $i > i_0$ se poate, fără a face o eroare prea mare, să se pună: $\coth^2\left[\left(1+\frac{1}{2s}\right)i\right] = 1$, derivata devine:

$$\Delta E = \frac{K}{4s^2}\left[1 - \coth^2\left(\frac{1}{2s}i\right)\right]\Delta i. \qquad (18)$$

Deci, pentru a obţine o variaţie a forţei electromotoare ΔE este nevoie să se producă o variaţie Δi a curentului rotoric, variaţie care depinde de starea în care se găsea generatorul în momentul iniţial.

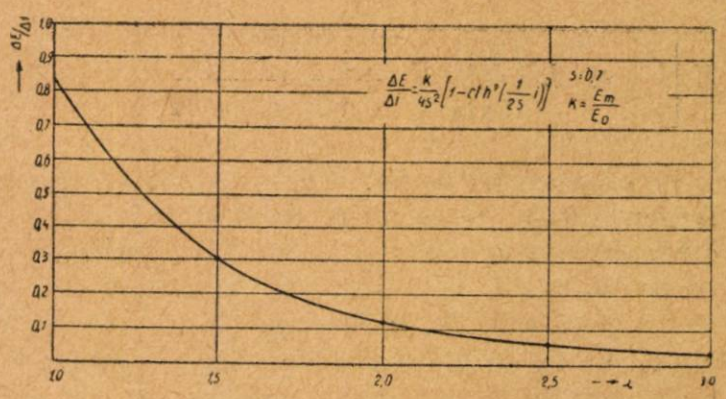


Fig. 6.

In fig. 6 se reprezintă diagrama variaţiei coeficientului de proporţionalitate dintre ΔE şi Δi, în funcţie de curentul de excitaţie al rotorului i, care corespunde unei sarcini (I, φ) bine determinate a generatorului în cazul în care se menţine tensiunea constantă.

Atunci când menţinem tensiunea constantă la bornele generatorului, fiecărei sarcini (I, φ) îi corespunde o forţă electromotoare bine stabilită şi deci un curent de excitaţie i (fig. 7).

Din relaţiile (18) şi (14) se deduce modul cum trebue să varieze curentul de excitaţie, rotoric i, pentru o variaţie ΔU a tensiunii la

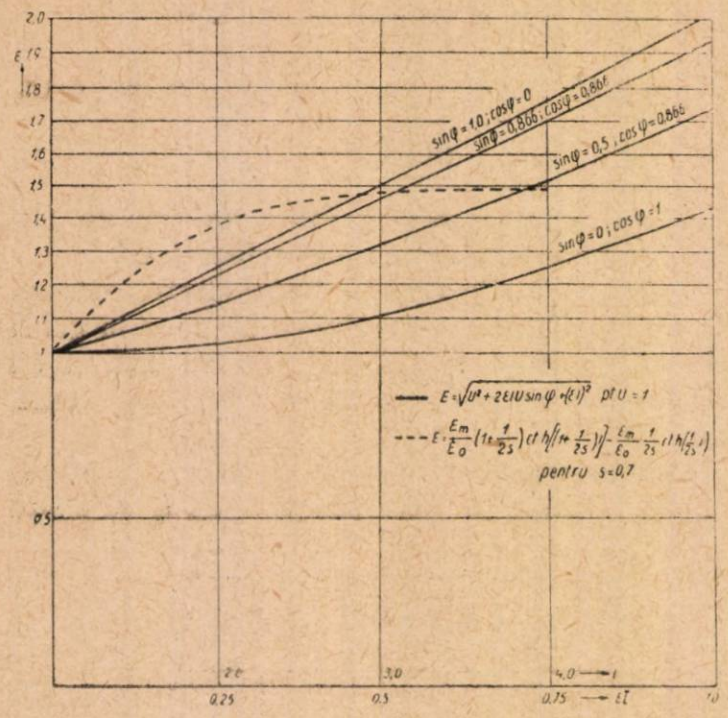


Fig. 7.

borne, pentru ca tensiunea să revină la valoarea normală U:

$$\Delta i = \frac{4s^2}{K\left[1-\cot h^2\left(\frac{i}{2s}\right)\right]\sqrt{1+\left(\frac{\varepsilon I\cos\varphi}{U+\varepsilon I\sin\varphi}\right)^2}}(\Delta U) \qquad (19)$$

In cazul când pentru reglajul tensiunii se foloseşte un sistem automat care este sesizat de variaţia curentului (ΔI), curentul de excitaţie al generatorului trebue să varieze după relaţia (20) dedusă din relaţiile (18) şi (9):

$$\Delta i = \frac{4s^2}{K\left[1-\cot h^3\left(\frac{i}{2s}\right)\right]\sqrt{1+\left(\frac{U\cos\varphi}{U\sin\varphi+\varepsilon I}\right)^2}}(\varepsilon.\Delta I) \qquad (20)$$

In diagrama din fig. 8 se pot vedea curbele reprezentând coeficientul de proporţionalitate dintre variaţia tensiunii ΔU şi variaţia ce trebue dată curentului de excitaţie, care trebue să fie respectate în măsura posibilului de regulatorii de tensiune sesizaţi de variaţia tensiunii, şi curbele care reprezintă coeficientul de proporţionalitate dintre variaţia curentului (ΔI) şi variaţia curentului rotoric în cazul regulatorilor de tensiune sesizaţi de variaţia sarcinii.

8. Din cele arătate se pot trage următoarele concluzii:

— Reactanţa sincronă procentuală a unui generator sincron (100 ε %) nu trebue să fie mai mare de 40%, dacă vrem să avem posibilitatea de a încărca generatorul numai cu putere reactivă, fără a avea un curent de excitaţie mai mare decât de 2,5 ori curentul de excitaţie la mers în gol cu tensiunea nominală, şi păstrând posibilitatea de a menţine tensiunea constantă la bornele generatorului.

Acest fapt rezultă foarte clar din diagrama din fig. 7 şi se reflectă şi în curbele din fig. 8, formulele (19) şi (20).

Pentru o sarcină normală pe maşină cu un $\cos\varphi = 0{,}8 - 0{,}5$ se poate merge cu reactanţa sincronă procentuală până la 50%, însă pentru încărcarea generatorului la un $\cos\varphi = 0{,}5$ este necesar un curent mare de excitaţie şi atunci nu mai putem menţine tensiunea constantă la bornele generatorului, la valoarea tensiunii nominale de mers în gol.

— In cazul variaţiilor de sarcină statice (în sensul că variaţia este foarte lentă) curbele:

$$\Delta E/\Delta I = f_1(\varepsilon\, I) \quad \text{şi} \quad \Delta E/\Delta U = f(\varepsilon\, I)$$

(fig. 2 şi 4) ne arată că la reglajul tensiunii bazat pe variaţia de curent, factorul de proporţionalitate dintre ΔE şi ΔI tinde către o constantă pentru valorile mari ale curentului, în timp ce factorul de proporţionalitate dintre ΔE şi ΔU este aproape constant (indiferent de $\cos\varphi$) pentru valori mici ale curentului.

— Din diagramele care reprezintă coeficientul de proporţionalitate dintre variaţia curentului

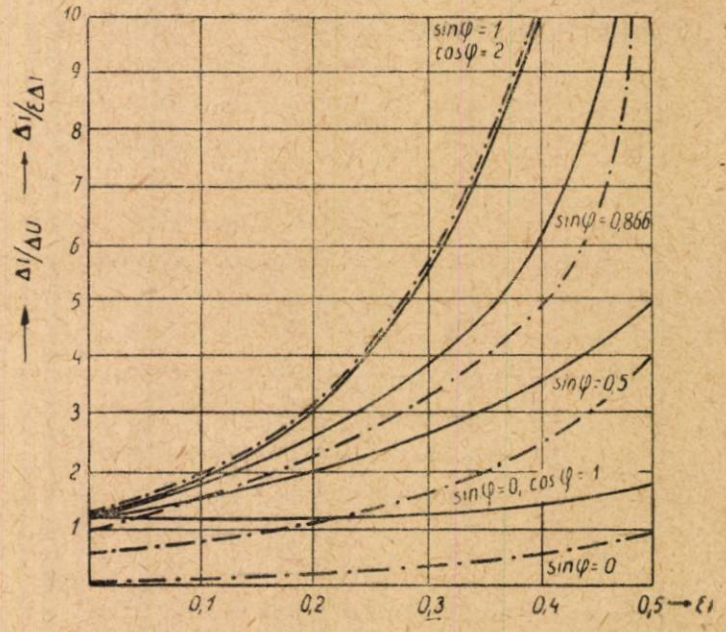


Fig. 8.

de excitaţie (i) şi variaţia tensiunii sau a curentului (I), rezultă că un bun regulator de tensiune trebue să ţină seama de sarcina momentană a maşinii (I, φ).

In caz contrar, regulatorul poate produce o excitaţie insuficientă sau mai mare decât cea necesară noului regim de funcţionare, dând naştere astfel la oscilaţii ale tensiunii, care pot degenera în pendulări în cazul mai multor generatori funcţionând în paralel.

— In cazul funcţionării mai multor generatori în paralel, este necesar ca regulatorul să admită o posibilitate de reglaj, astfel încât să se ţină seama de reactanţa sincronă a maşinii.

II. REPARTIZAREA CORECTĂ A PUTERILOR REACTIVE

Repartiția puterilor reactive pe mai multe mașini funcționând în paralel, depinde de gradul de excitație al fiecărui generator în parte. Sistemele de automatizare pentru reglajul tensiunii acționând asupra excitației generatorului, nu trebue să dea perturbații în repartiția puterilor reactive, ci din contră să asigure o repartiție justă a acestora. Aceasta înseamnă că, la o creștere a puterii reactive, fiecare generator trebue să preia o putere reactivă (ΔQ) proporțională cu puterea sa nominală ($P_n = E_0 I_n$ kVA).

Dacă, regulatorii de tensiune mențin tensiunea constantă la o anumită valoare independentă de sarcina reactivă a generatorilor, repartiția sarcinii reactive pe mașinile care merg în paralel nu este determinată, așa cum se va arăta.

In cazul generatorilor fără regulatori de tensiune, repartiția sarcinilor reactive este în funcție de reactanța generatorilor.

9. Pentru a evita acest lucru nedorit în exploatarea unei uzine și pentru a evita nedeterminarea repartiției puterii reactive în cazul menținerii tensiunii constante la o valoare independentă de sarcină, trebue ca valoarea tensiunii, care este menținută constantă să varieze cu sarcina reactivă a mașinii:

$$U = f(P_r)$$

Pentru a asigura proporționalitătea dintre puterea reactivă, preluată de generator în cazul unei variații de sarcină, și puterea nominală a generatorului este necesar ca funcția de mai sus să fie lineară:

$$U_c = A\,P_r + B.$$

Constantele A și B se determină din condițiile următoare:

a) atunci când puterea reactivă este zero, tensiunea la bornele mașinii să fie tensiunea nominală $\boldsymbol{E}_0$, deci $B = \boldsymbol{E}_0$;

b) atunci când puterea reactivă este egală cu puterea nominală a generatorului, valoarea tensiunii menținută constantă de regulator să scadă la valoarea $U_c = (1 - S)\,\boldsymbol{E}_0$, în care S se numește gradul de statism al regulatorului. Constanta A va fi:

$$A = -S\frac{E_0}{P_n}$$

Funcția devine:

$$U_c = S\boldsymbol{E}_0\frac{P_r}{P_n} + \boldsymbol{E}_0, \qquad (21)$$

sau dacă notăm

$$\frac{U_c}{E_0} = U \text{ și } \frac{P_r}{P_n} = R$$

avem:

$$U = 1 - S.R = 1 - S \sin.\,\varphi. \qquad (22)$$

In fig. 9-a, se reprezintă grafic această dreaptă. In abscisă este puterea reactivă raportată la puterea nominală (R), iar în ordonată este tensiunea la bornele generatorului raportată la tensiunea nominală (U). Această diagramă este valabilă pentru fiecare din generatorii care funcționează în paralel.

Să presupunem că, la un moment dat, fiecare din generatori este încărcat cu o anumită putere reactivă ($R_1 = 0{,}4$) și că apare o creștere a puterii reactive. Tensiunea la bornele generatorilor funcționând în paralel va trebui să fie aceeași, însă cu ΔU mai mică decât în momentul de sarcină R_1. Fiecare generator va prelua aceeași valoare ΔR, deci o putere reactivă proporțională cu puterea sa nominală.

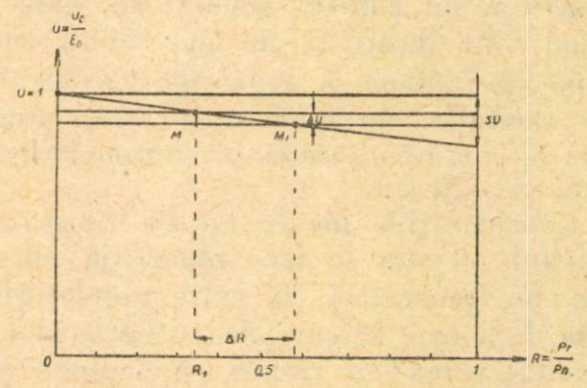


Fig. 9 a. — Diagrame reprezentând caracteristica statică a regulatorilor de tensiune necesară pentru a face posibilă o justă repartiție a puterilor reactive.

10. Orice regulator de tensiune, pe generatorii sincroni, trebue să permită o repartiție a puterilor reactive pe mașini după necesitățile exploatării. Acest lucru echivalează cu posibilitatea de a deplasa dreapta ($U = 1 - SR$) paralel cu ea, în sus sau în jos. In fig. 9*b*, se pot vedea dreptele

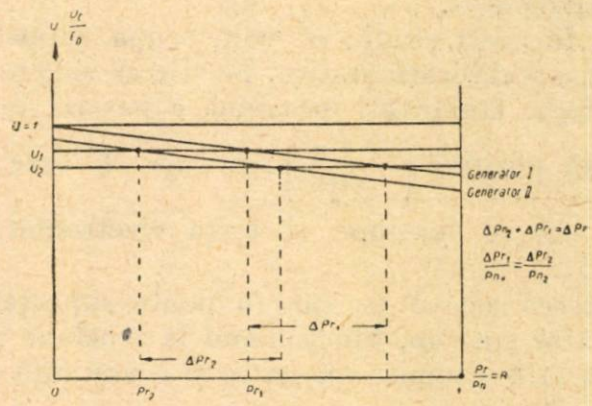


Fig. 9 b.

de funcționare a doi generatori, care au fost încărcați anume, cu puteri reactive diferite, deci care lucrează cu un cos φ diferit.

Practic, acest lucru se realizează prin introducerea unui reostat (fig. 10, 12 reostatul ρ) în circuitul de comandă al regulatorului de tensiune și care poate fi manevrat de personalul de exploatare. In cazul când unul din generatori funcționează cu un factor de putere scăzut, deci încărcat cu multă energie reactivă (ca în fig. 9 *b* — P_{r1}) și avem o creștere a puterii reactive mare, regulatorul de tensiune al acestui generator trebue să-l excite numai până când

ajunge la puterea nominală ($R = 1$) el preluând astfel puterea reactivă ΔP_{r1}. Restul puterii reactive trebue să se repartizeze pe ceilalţi generatori încărcaţi mai puţin.

Din acest punct de vedere se impune ca posibilitatea de excitare a generatorului de către regulatorul de tensiune să fie limitată.

După cum s'a arătat, pentru a asigura o repartiţie a puterilor reactive proporţional cu puterea nominală a fiecărui generator, în cazul mai multor maşini care funcţionează în paralel, este necesar ca tensiunea reglată la bornele generatorilor să fie dependentă de factorul de putere ($\cos \varphi$) cu care funcţionează maşina în momentul respectiv.

Pentru a nu solicita generatorii, care sunt în mod voit încărcaţi cu mai multă energie reactivă, se impune ca regulatorul să nu treacă peste excitaţia corespunzătoare unei funcţionări la sarcina nominală,cu o tensiune la bornele maşinii $(1 - S)\ U$.

In consideraţiile făcute nu s'a ţinut seama de modul în care se face repartiţia puterilor active pe generatori de către regulatorii de turaţie, fapt care ar complica situaţia în sensul că excitaţia maşinii trebue să depindă şi de acest factor pentru a păstra o tensiune constantă şi o repartiţie justă a puterilor reactive.

III. MĂRIREA STABILITĂŢII GENERATORILOR IN CAZUL DERANJAMENTELOR

Apariţia unui deranjament într'o instalaţie electrică echivalează cu solicitarea unei puteri suplimentare generatorilor pe timpul cât durează deranjamentul.

11. In acest studiu ne vom ocupa numai de mărirea stabilităţii statice. Se ştie că asigurarea unei bune stabilităţi înseamnă o putere sincronizantă pozitivă $\left(\frac{\Delta P_w}{\Delta \Psi}\right)$, în care Ψ este unghiul dintre tensiune şi forţa electromotoare (fig. 1).

Puterea activă pe care o poate suporta un generator sincron, funcţionând la tensiune constantă la o anumită excitaţie şi o anumită sarcină, este:

$$P_w = \frac{U.E.\sin\Psi}{x_s}$$

Pentru ca alternatorul să nu decroşeze la o creştere a sarcinii, adică să nu se ajungă în zona în care $\frac{\Delta P_w}{\Delta \Psi} < 0$, este necesar ca în această situaţie puterea activă corespunzătoare unui unghiu Ψ să fie mărită.

Aceasta se poate realiza prin creşterea forţei electromotoare E, adică printr'o excitaţie forţată momentană a generatorului.

Pentru domeniul normal de funcţionare al generatorului, dacă regulatorul de tensiune face reglajul conform curbelor stabilite în diagramele din fig. 8, atunci este asigurată şi stabilitatea mersului în paralel.

Condiţiile impuse de justa repartiţie a puterilor reactive necesită o limitare superioară a posibilităţii de excitare a maşinii, ceea ce nu se împacă cu necesitatea de a excita forţat maşina în timpul creşterii puterii datorită unui defect, până la dispariţia defectului după funcţionarea releelor cu care se realizează protecţia selectivă.

Deci, este nevoie de două dispozitive de excitaţie diferite. In general, aşa cum se va arăta este preferabil un sistem de compoundare şi un regulator electromagnetic sau electronic.

12. *Reglarea tensiunii prin compoundare.* Sistemul de reglaj prin compoundare funcţionează după schema indicată în fig. 3 *a*, adică este sesizat de variaţiile curentului statoric al generatorului şi produce o variaţie a curentului de excitaţie al excitatricei în mod direct fără variaţia rezistenţii reostatului de reglaj r_c.

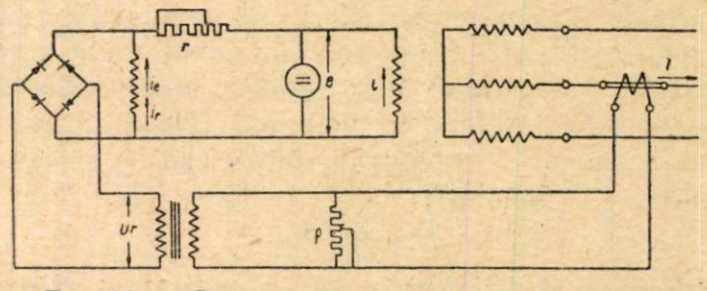


Fig. 10. — Sistemul de reglarea tensiunii prin compoundare.

Schema de realizare a sistemului de compoundare se reprezintă în fig. 10. Un transformator de intensitate, al cărui primar este străbătut de curentul statoric al generatorului, alimentează în secundarul său, prin intermediul unei rezistenţe reglabile, primarul unui transformator curent-tensiune (Tr). Tensiunea care apare în secundarul acestuia este redresată cu un grup de redresori uscaţi, montaţi în punte şi se aplică la bornele înfăşurării derivaţie a excitatricei.

Această tensiune care este proporţională cu curentul statoric va da naştere în bobinajul derivaţie al excitatricei la un curent de excitaţie suplimentar proporţional cu sarcina.

Se va obţine: $i = k\,I$ şi $\frac{\Delta i}{\Delta I} = k$, deci coeficientul de proporţionalitate este o constantă.

Avantajul principal al acestui sistem, utilizat cu succes în centralele electrice din U.R.S.S., este că inerţia specifică sistemului este nulă, deci timpul de revenire al tensiunii la valoarea normală în cazul variaţiei sarcinii este dat numai de inerţia magnetică a generatorului.

Datorită lipsei sale de inerţie acest sistem este un mijloc foarte bun de mărire a stabilităţii, prin excitaţia forţată rapidă pe care o produce în cazul unei variaţii brusce de sarcină.

Comparând caracteristica acestui sistem de reglarea tensiunii ($\Delta i / \Delta I = k$) cu condiţiile

stabilite în fig. 2, se constată că se comportă satisfăcător numai pentru valori mari ale curentului, deci este insuficient pentru menţinerea tensiunii constante în condiţii optime.

Din această cauză, el trebue completat cu un regulator de tensiune electromagnetic sau electronic sesizat de variaţia tensiunii.

Repartiţia puterilor pe maşinile care merg în paralel, se face prin manevrarea reostatului, montat în circuitul secundar al transformatorului de intensitate, cu care se variază valoarea curentului de excitaţie.

Desavantajul acestui sistem de compoundare consistă în faptul că, în cazul unui defect în statorul generatorului (un scurtcircuit), vom avea o creştere bruscă a excitaţiei, extrem de periculoasă pentru această situaţie. Acest lucru

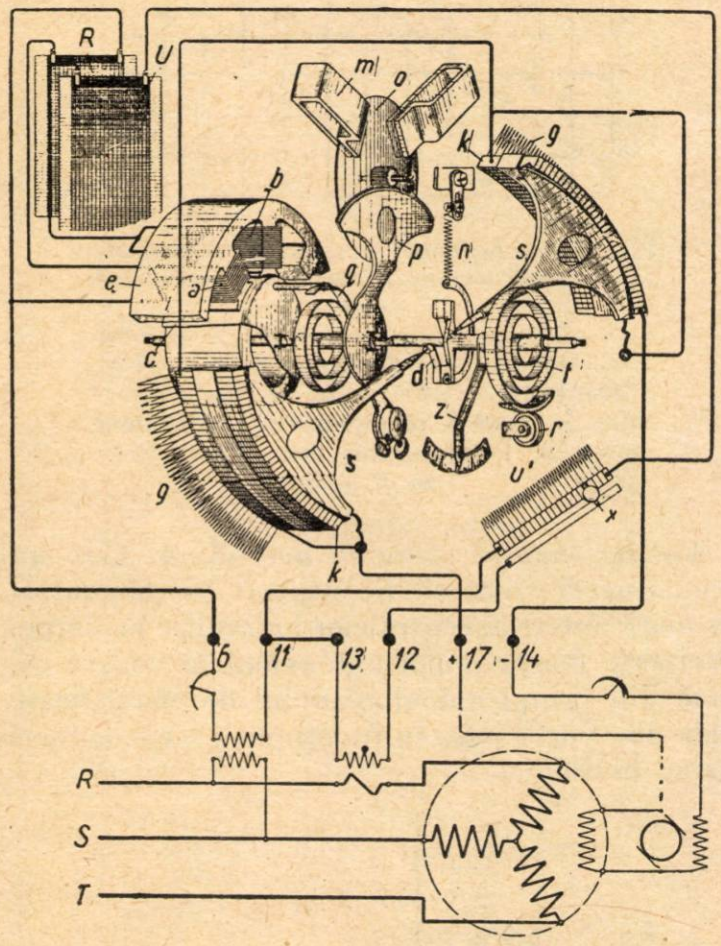


Fig. 11. — Dispoziţie schematică a regulatorului de tensiune.

credem că poate fi remediat prin utilizarea unui releu direcţional (element maximal şi element watmetric) care, la schimbarea sensului de scurgere a energiei şi la un curent mare, să şunteze rapid transformatorul de intensitate utilizat pentru compoundaj.

13. *Reglajul tensiunii cu regulatori rapizi electromagnetici.* Tipul de regulator rapid electromagnetic cel mai utilizat în ţară până acum şi care a dat rezultate satisfăcătoare în exploatare este regulatorul *BBC — A* 2/1.

Regulatorul este sesizat de variaţia tensiunii (ΔU) şi deci funcţionarea sa este conformă schemei din fig. 3 *b*.

In fig. 11 se pot vedea elementele constructive principale ale regulatorului: sistemul motor, rezistenţa de reglaj care se montează în circuitul de excitaţie al excitatricei în serie cu reostatul de mână şi dispozitivul de amortizare.

Sistemul motor este format dintr'un disc de aluminium asupra căruia se exercită un cuplu conform principiului Ferraris, dato ită câmpului învârtitor produs de bobinele *a* şi *b* decalate în spaţiu şi străbătute de curenţi defazati în timp (din cauza introducerii rezistenţei *R* în circuitul bobinei *a*) şi proporţionali cu tensiunea aplicată la bornele 6—11.

Cuplului electric, produs în sensul rotirii acelor ceasornicului, i se opune cuplul mecanic al resortului principal *f* şi al resortului adiţional *n*, sub efectul căruia cuplul resortului *f* păstrează o valoare constantă pe un parcurs de 60° limitat de doi opritori. In felul acesta, pentru o tensiune determinată, tamburul mobil (*c*) este echilibrat în oricare din poziţiile cuprinse în unghiul de 60°. La o variaţie foarte mică de tensiune el poate parcurge întreaga cursă. Acest reglaj al aparatului este astatic şi nu se utilizează decât pe generatorii care nu merg în paralel.

Cu ajutorul unui şurub de reglaj, se poate destinde resortul adiţional astfel încât să nu compenseze decât o parte din variaţia cuplului principal *f*.

Rezistenţa de reglaj a regulatorului este formată din mai multe spirale de fire *(g)* legate la o serie de ploturi argintate *k*, dispuse în arc de cerc. Pe aceste ploturi se deplasează sectoarele *s* care sunt acţionate, prin lamelele de sprijin *d*, de axul aparatului. Cu acest dispozitiv frecările se reduc la minimum.

Mişcarea de rotaţie a axului se va transmite, prin intermediul lamelelor *d*, sectoarelor, al căror punct de contact cu ploturile reostatului se va deplasa, astfel că în poziţia *O* a indicatorului *z* rezistenţa este nulă, iar în poziţia 4 toată rezistenţa este introdusă în circuitul de excitaţie.

Dacă alternatorul funcţionează în vid sau cu sarcină redusă, sectoarele de contact se plasează, sub inlfuenţa sistemului motor, astfel încât cea mai mare parte din rezistenţă să fie introdusă în circuitul excitatricei. Dacă sarcina creşte, căderea de tensiune care apare, face să scadă cuplul electric şi, cuplul mecanic dominând, sistemul motor deplasează contactele astfel ca să scoată din circuit o parte din rezistenţă, aducând tensiunea generatorului la valoarea normală. La plină sarcină poziţia sectoarelor este corespunzătoare poziţiei 0 — 1 a acului *Z*, adică majoritatea rezistenţii este scoasă. In cazul unei descărcări a generatorului, tensiunea creşte, cuplul electric devine mai mare decât cuplul mecanic şi sectoarele se deplasează în direcţia introducerii de rezistenţă în circuitul excitatricei, deci se reduce tensiunea.

Pentru a împiedeca oscilaţiile echipajului mobil se foloseşte un sistem de amortizare compus din segmentul *p* care antrenează discul 0 ce se roteşte între polii a doi magneţi permanenţi. Sistemul de amortizare este fixat elastic

pe axul motor prin intermediul arcului q. Acest fapt permite o revenire rapidă a tensiunii la valoarea normală deoarece axul motor se poate deplasa brusc peste poziția de echilibru corespunzătoare noului curent de excitație necesar, supraexcitând mașina și înfrângând astfel inerția magnetică. Arcul q readuce totuși într'un timp scurt sistemul mobil în noua poziție de echilibru pentru a evita mișcările pendulare și a asigura un reglaj aperiodic.

Depășirea momentană a poziției normale de echilibru este indispensabilă pentru învingerea inerției magnetice a sistemului excitatrice-rotor care are o constantă de timp $\left(\tau = \frac{L}{R}\right)$ de ordinul secundelor.

Pentru a putea realiza o repartiție justă a puterilor reactive, se dă regulatorului o caracteristică statică prin reglarea arcului suplimentar,

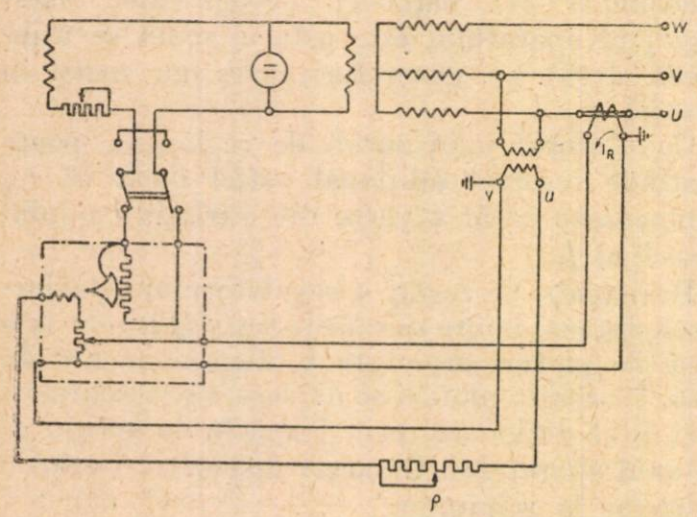


Fig. 12. — Dispozitivul electromecanic de reglare a tensiunii cu compensare prin curent.

astfel încât să nu compenseze exact variațiile cuplului arcului f. In felul acesta tensiunea reglată scade, dacă sistemul mobil se deplasează în sensul creșterii excitației.

Tensiunea de echilibru este mai ridicată în cazul unei excitații slabe decât atunci când rezistența este complet scoasă din circuit.

In felul acesta se realizează gradul de statism necesar pentru o bună funcționare în paralel.

Pentru a compensa căderea de tensiune, datorită statismului, asigurând totuși un mers în paralel stabil, se utilizează curentul secundar al unui transformator de intensitate montat pe faza R (fig. 12), care produce o cădere de tensiune în rezistența reglabilă n' ce se adună vectorial la tensiunea de acționare a sistemului motor.

Trebue făcută o deosebire între utilizarea curentului generatorului pentru compoundaj (fig. 10) și utilizarea lui pentru compensare.

Așa cum se vede din diagrama vectorială din (fig. 13) și din curba reprezentând influența curentului de compensare, se realizează în felul acesta o sensibilizare a regulatorului față de factorul de putere ($\cos\varphi$). Tensiunea care produce cuplu motor este variabilă cu φ, ea fiind componenta vectorială dintre tensiunea între faze și căderea de tensiune provocată de curentul I_R în rezistența reglabilă u'. Se ajunge astfel la o curbă de reglaj apropiată de curbele stabilite pentru un regulator perfect (fig. 4).

Repartizarea sarcinilor reactive pe generatori se face prin varierea tensiunii aplicate sistemului motor cu ajutorul reostatului ρ (fig. 12).

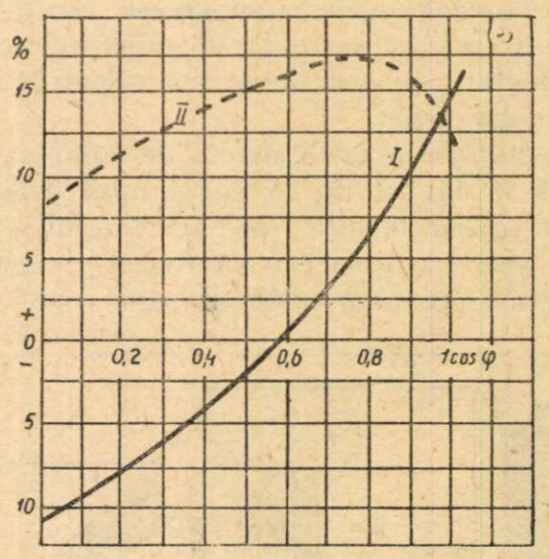


Fig. 13. — *Influența curentului de compensare asupra tensiunii reglate de regulatorul de tensiune*:
I = influența transformatorului de curent intercalat în faza R (compensare); II = influența transformatorului de curent intercalat în faza S (compoundaj); (Sistemul motor al regulatorului este legat între faza R și S).

14. *Regulatorul static cu* ***amplidină***. Este un regulator destinat să fie utilizat pe generatori de mare putere ai centralelor hidraulice moderne, deci este foarte important având în vedere că, încă din primii ani ai planului de electrificare dela noi, vor fi puse în funcțiune o serie de mari uzine hidraulice.

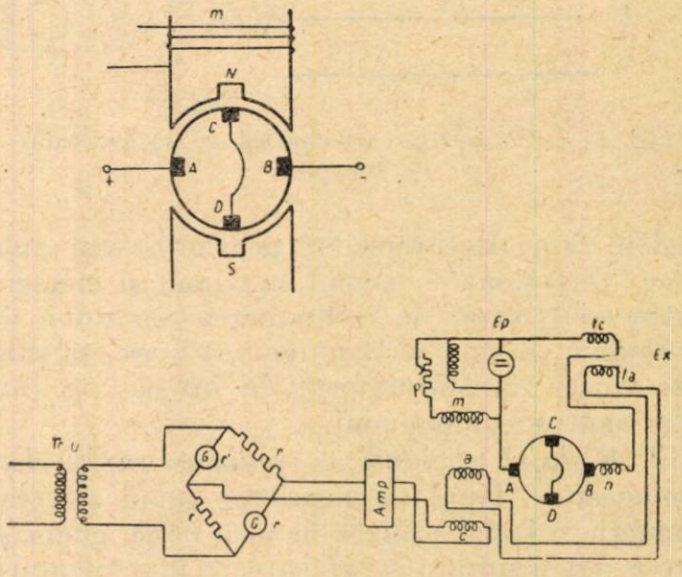


Fig. 14. — Regulatorul static cu amplidină.

In fig. 14 se arată schema electrică a acestui tip de regulator. El constă din trei părți distincte:

— o punte cu două rezistențe fixe r, pe două din ramurile punții, iar pe celelalte două ramuri

se găsesc două becuri cu filamentul metalic puternic subvoltat.

Rezistența filamentului acestor becuri variază cu tensiunea aplicată.

Intre vârfurile *M N* ale punții se aplică tensiunea generatorului prin intermediul unui transformator de tensiune. Curentul care se produce în diagonala *Q S* este amplificat cu un amplificator electric și trimis în înfășurarea (*a*) a amplidinii.

Amplidina are circuitul principal (tensiunea produsă între *A* și *B*) înserată în circuitul de excitație al excitatricei principale. Pentru generatorii de puteri mari, se utilizează în prezent două excitatrice montate pe axul generatorului. A doua numită excitatrice pilot, alimentează înfășurarea de excitație a excitatricei principale.

Amplidina are patru înfășurări inductoare:

— înfășurarea de magnetizare (*m*) alimentată cu tensiune constantă dela excitatricea pilot și care produce un foarte slab câmp magnetic. Datorită acestui flux slab în conductorii indusului vor lua naștere forțe electromotoare care vor da naștere la curenți foarte puternici atunci când spirele ajung să fie puse în scurtcircuit de periile *C D*. Acest curent puternic, de scurtcircuit, va produce un câmp magnetic transversal foarte mare, datorită căruia iau naștere forțe electromotoare puternice în celelalte spire. Forța electromotoare se culege de periile *A B*. Cu un curent de câțiva miliamperi în înfășurare (*m*), se pot produce curenți de sute de amperi în circuitul *C D* și deci o forță electromotoare apreciabilă la bornele *A B*.

— înfășurarea (*n*), parcursă de curentul circuitului principal al amplidinei este necesară pentru a compensa reacția indusului. Ea are un număr de amperi-spire egal cu numărul de amperi-spire al indusului.

— înfășurarea de control (*c*), parcursă de curentul ce iese din punte, amplificat în amplificatorul electronic, produce un flux magnetic invers fluxului de magnetizare dat de înfășurarea (*m*), deci variația lui produce o variație a forței electromotoare la periile *A B* ale amplidinei.

— înfășurarea de aservire (*a*) e alimentată de o înfășurare inductoare specială *f a* a excitatricei principale *E*. Ea servește la amortizarea oscilațiilor care pot lua naștere în cursul procesului de reglare.

Repartiția sarcinilor pe mașinile care funcționează în paralel se face cu reostatul montat în serie cu înfășurarea de magnetizare a amplidinei (*m*).

Puntea *MNPQ* nu se găsește în echilibru decât pentru o anumită valoare a tensiunii aplicate la bornele *MN*, datorită variației rezistențelor *r* cu tensiunea. Pentru oricare altă tensiune vom avea un curent prin ramura *PQ* care, prin intermediul amplificatorului electronic, acționează prin înfășurarea de control (*c*) asupra tensiunii la bornele *AB* ale amplidinei, făcând-o să funcționeze, pentru o mică creștere a tensiunii, în devoltare, iar pentru o scădere a tensiunii în survoltare.

In amplificatorul electronic se dă o formă saturată curentului de acționare a amplidinei, ceea ce face ca reglajul tensiunii să se facă după o curbă asemănătoare celor din fig. 8.

CONCLUZII

Pentru a putea realiza un reglaj de tensiune corect, care să satisfacă cei trei parametri amintiți la începutul acestui studiu este necesar ca:

a) Regulatorul de tensiune să țină seama de sarcina existentă pe mașină, coeficientul de proporționalitate dintre curentul rotoric și variația tensiunii să aibă loc după curbele din fig. 8 și să fie sensibil la schimbările factorului de putere.

Am văzut că acest lucru nu este realizat decât parțial de regulatorii de tensiune existenți;

b) Regulatorii de tensiune sesizați de variația tensiunii sunt preciși pentru valorile mici ale sarcinii pe generatori, în timp ce sistemele de compoundare sesizate de variația curentului sunt mai apropiate de condițiile cerute de un reglaj corect pentru valori mari ale curentului (fig. 2).

Aceasta justifică uilizarea unui sistem de compoundare împreună cu un regulator de tensiune electromagnetic rapid sau electronic. Această combinație satisface atât menținerea constantă a tensiunii cât și supraexcitarea rapidă a mașinii în cazul unei creșteri de sarcină, pentru a-i asigura stabilitatea.

Pentru ca totuși excitația forțată să nu depășească valori care pot deveni periculoase pentru generator, se impune ca acțiunea sistemului de compoundare să fie limitată cu un releu maximal-wattmetric, așa cum am văzut, eliminând în felul acesta și posibilitatea de agravare a situației în cazul unui defect în generator;

c) In situația actuală când industria se desvoltă rapid, pentru o utilizare rațională a puterilor disponibile, a fost necesar să se treacă la funcționarea uzinelor în paralel și se impune ca să se dea o atenție mai mare aparatajului de reglajul tensiunii. O bună funcționare a acestuia înseamnă o comportare mai bună a generatorului în caz de accidente și o repartiție judicioasă a sarcinilor reactive.

Studiul regulatorilor de tensiune și experimentarea lor în institutele de cercetări este cu atât mai necesară cu cât, odată cu apariția uzinelor mari ce se vor construi în cadrul Planului Cincinal, se pun o serie întreagă de probleme de reglaj și automatizare, care trebue rezolvate din timp.

Bibliografie

Barzam A. B., Problemele speciale ale protecției și automaticei din sistemele electrice supuse oscilațiilor. G. E. Ei, 1948.

Kotkind I. I., Regulator cu tensiune prin compoundare al generatorilor sincroni, 1946.

Atabekov G. I., Protecția prin relee a rețetelor electrice 1848.

Mauduit I., Instalațiile electrice, vol. II, 1950.

Darmois E., Electronul, 1947.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

Резюме

В первой части статьи установлены условия, которым должно соответствовать автоматическое регулирование напряжения синхронных генераторов, с целью сохранения постоянного напряжения изоляции генератора, при медленных изменениях нагрузки; для правильного распределения реактивных мощностей, на несколько параллельно действующих агрегатов, чтобы обеспечить повышение стабильности.

В расчетах представлена кривая холостого хода синхронного генератора, посредством аналитического соотношения $E = f(i)$, преимуществом которой перед типовой кривой является то, что ее можно адаптировать фактической кривой генератора.

Во второй части указано, как удовлетворяет условия, установленные в первой части, целый ряд регуляторов напряжения и вынесены заключения, в отношении системы регулирования, наиболее соответствующей требованиям синхронных двигателей.

CONSIDERAŢII ASUPRA RANDAMENTULUI ŞI CONSTRUCŢIEI TURBINELOR CU GAZE

de ing. A. IACOBSON

Instalarea la una din uzinele noastre electrice, a unui grup electrogen cu o putere de 12.000 kW, antrenat de o turbină cu gaze, a stârnit interesul tehnicienilor noştri, cu atât mai mult, cu cât este prima turbină de acest fel la noi în ţară.

Construcţia turbinelor cu gaze se află în faza îmbunătăţirilor continue. Preocupaţi în permanenţă de ameliorarea randamentului şi a reducerii consumului specific, unii tehnicieni au adoptat soluţia cea mai simplă din punct de vedere constructiv, care conduce însă la un randament redus; alţii dimpotrivă au ales construcţii mai complicate, dar cu un randament mult mai ridicat. Astfel în timp ce primii au obţinut un randament global de 20% şi un consum de 4300 kcal/kWh, ultimii au atins randamentul de 35% şi un consum de 2460 kcal/kWh. Trebue observat însă că, randamentul redus este practicat de către constructorii care au la dispoziţie combustibili lichizi la preţuri ieftine. La noi în ţară, unde planificarea socialistă pune accentul pe o economisire la maximum a combustibililor superiori, deci pe un consum specific redus, este de preferat turbina cu gaze, mai complicată din punct de vedere constructiv, dar cu randamentul mult mai ridicat.

Pentru precizarea mijloacelor care conduc la obţinerea rezultatelor de mai sus, ne vom servi de reprezentarea grafică utilizată în mod curent pentru calculul instalaţiilor de turbine cu gaze. Este vorba de diagrama entalpiei potenţialului termodinamic. Nu vom intra aci în consideraţii de natură termodinamică, ci ne vom mărgini a prezenta în explicaţia figurii 1, elementele indispensabile pentru înţelegerea acestei figuri şi a diagramei generale din care este extrasă. Pe baza acestei diagrame, se poate uşor observa particularităţile funcţionării turbinei cu gaze şi explica motivele adoptării de către constructor a uneia din cele două soluţii posibile.

RANDAMENTUL GLOBAL TEORETIC

Soluţia cea mai simplă este reprezentată în forma sa ideală de ciclul 1—2—3—4 a figurii 1. Acest ciclu compoartă o compresiune 1—2 ($s = C^t$) o cedare de căldură isobară 2—3, o detentă 3—4 ($s = C^t$) şi un schimb de căldură isobară 4—1. Ţinând seamă de randamentul compresorului care execută transformarea 1—2, randament însemnat cu η_{cs} şi de randamentul turbinei η_{ts} care execută transformarea 3—4, ca şi de pierderile de sarcină la traversarea schimbătorilor de căldură şi a conductelor, ciclul ideal descris va lua forma conturului desemnat de punctele 1—2′—3′—4′. Insemnând cu ΣQ_1 suma cantităţilor de căldură furnizate ciclului, obţinem, abstracţie făcând de pierderile de sarcină şi de alte cauze minore, expresia simplificată a randamentului global.

$$\eta = \frac{\lambda_{ts} \cdot \eta_{ts} - \frac{\lambda_{cs}}{\eta_{cs}}}{\Sigma Q_1} = \eta_{ts} \cdot \frac{\lambda_{ts}}{\Sigma Q_1} \left[1 - \frac{\lambda_{cs}}{\lambda_{ts}} \cdot \frac{1}{\eta_{ts}\, \eta_{cs}} \right]$$

Este uşor de imaginat un ciclu, deasemenea foarte simplu, care însă nu poate fi realizat în mod practic după cum vom vedea decât aproximativ, desemnat prin conturul 1—2—3—4 din fig. 2. Intrebuinţând notaţia acestei figuri şi ţinând socoteală de ramdanentul turbinei η_{tt} şi al compresorului η_{ct} aferente celor 2 isoterme corespunzătoare, obţinem ca expresie a randamentului global:

$$\eta = \eta_{tt} \frac{\overline{\omega}_{tt}}{\Sigma Q_1} \left[1 - \frac{\overline{\omega}_{ct}}{\overline{\omega}_{tt}} \cdot \frac{1}{\eta_{tt} \cdot \eta_{ct}} \right]$$

In mod formal cele două expresiuni ale randamentului sunt similare, însă valorile numerice

ce trebue introduse sunt diferite dela un caz la altul. Din cele două relaţiuni apare clar importanţa considerabilă ce trebue acordată totdeauna, produsului randamentelor turbinei şi compresorului aferente adiabaticelor reversibile sau isotermelor. Este deci evident că, pentru un raport dat de lucrul mecanic al detentei şi

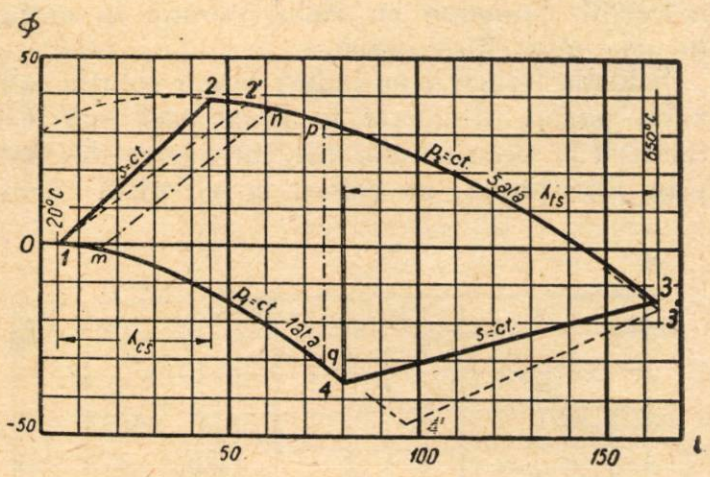


Fig. 1.

Abscisele = entalpia corpurilor considerate; ordonatele = potenţialul termodinamic al corpurilor considerate; conturul 1-2-3-4 reprezintă ciclul ideal-isentropic /isobar, iar conturul 1-2′-3′-4′ acelaşi ciclu, ţinând seama de randamentele maşinilor şi de pierderile de sarcină calitative.

Notă explicativă la fig. 1.

a) Diferenţa absciselor între două puncte reprezentative găsindu-se pe aceeaşi linie s = const. astfel că, $m - n$ care defineşte o transformare fără schimburi de căldură şi fără ireversibilităţii (frecări), dă în kcal/kg, lucrul mecanic furnizat dacă este vorba de turbină, sau travaliul absorbit dacă este vorba de un compresor, aceste maşini fiind presupuse perfecte. Aceste diferenţe vor fi însemnate în cele ce urmează cu litera λ, prevăzută cu indicii necesari pentru deosebirea fiecărui caz particular.

b) Diferenţa absciselor între două puncte reprezentative găsindu-se pe aceeaşi linie p = const. (isobară) astfel că, $n - p$ care defineşte un schimb de căldură complet şi fără pierderi de sarcină pentru fluidul considerat, dă în kcal/kg cantitatea de căldură schimbată. Aceste diferenţe vor fi însemnate în cele ce urmează cu litera Q, prevăzută cu indicii necesari pentru deosebirea fiecărui caz particular.

S) Diferenţa ordonatelor între două puncte reprezentative găsindu-se pe aceeaşi linie t =const. astfel că $p - q$ (isoterma; în cazul unui gaz pesfect, dreapta paralelă la axa ordonatelor) dă în kcal/kg, lucrul mecanic furnizat (turbină) sau absorbit (compresor) precum şi cantităţile de căldură schimbate. Aceste diferenţe vor fi însemnate în cele ce urmează cu litera $\bar{\omega}$ prevăzută cu indicii necesari pentru deosebirea fiecărui caz particular.

compresiunii, termenul scăzător din paranteză creşte, când produsul celor două randamente se micşorează. El poate devenii egal cu unitatea, ceea ce implică un randament global zero. Vom înţelege dar, de ce constructorii au trebuit să facă eforturi considerabile, pentru a aduce calităţile tehnice ale maşinilor la valori, care să asigure un produs al randamentelor turbinei şi compresorului cât mai ridicat posibil, ceea ce depindea până la urmă de perfecţiunea concepţiei şi execuţiei acestor maşini. Pe de altă parte, raportul între lucrul de mecanic de compresiune şi de detentă, depinde de factoriit ermodinamici. El este influenţat, pentru un raport de compresiune p_2/p_1 dat, de temperaturile iniţiale ale compresiunii şi detentei. Fără să intrăm în prea multe detalii, ne vom mulţumi a observa că, temperatura iniţială de compresiune este mai mult sau mai puţin impusă de condiţiile termice ale mediului înconjurător. Oricum ar fi, lucrul mecanic al turbinei este cu atât mai mare, cu cât temperatura iniţială de detentă este mai ridicată. Această împrejurare a obiigat pe constructorii turbinelor să ţină seamă că, maşinile şi aparatele vor funcţiona la temperaturi ridicate de unde rezultau o serie de dificultăţi de proiectare şi de execuţie, având în vedere că, la temperatura de ordinul 600—700° C, oţelurile se încălzesc până la roşu închis. Ori, aceasta este temperatura de regim în care lucrează actualmente elementele motrice ale agregatului şi această în mod durabil.

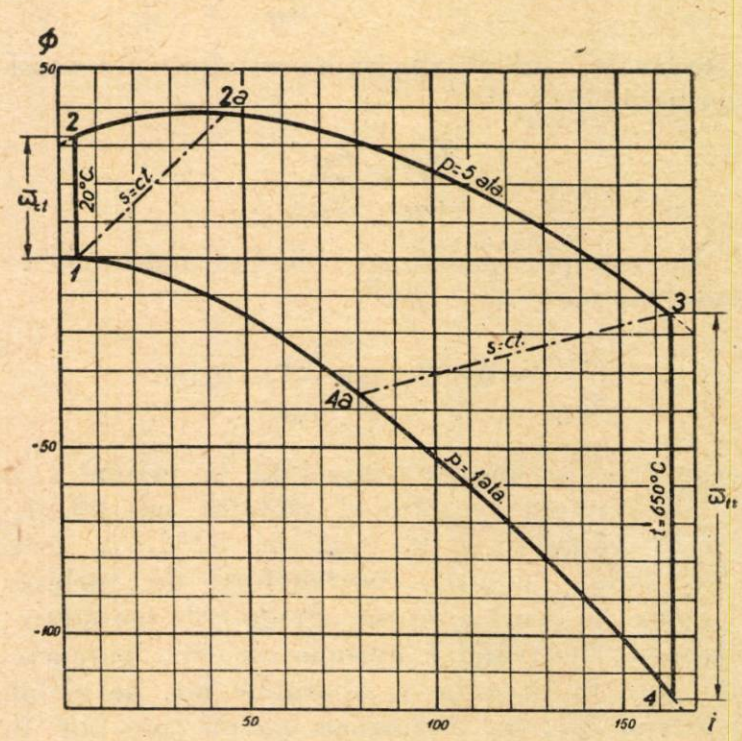


Fig. 2.

Conturul 1-2-3-4 reprezintă ciclul ideal isoterm/isobar şi conturul 1-2*a*-3-4*a* reaminteşte, pentru a uşura comparaţia, ciclul ideal, isentropic/isobar parcurs între aceleaşi presiuni şi aceleaşi temperaturi extreme $\bar{\omega}_{ct}$ = lucrul mecanic absorbit şi căldura cedată în timpul compresiunii isotermice în kcal/kg.

$\bar{\omega}_{tt}$ = Lucrul mecanic furnizat şi căldura absorbită în timpul detentei isotermice în kcal/kg.

Această observaţie ne dă o imagine asupra dificultăţilor pe care le-au întâlnit constructori turbinelor cu gaze, la a căror durată de funcţionare a fost necesar să se ţină seamă atât de deformaţiile termice ale elementelor, cât şi de calităţile de rezistenţă la solicitările mecanice.

In expresia randamentului global mai intervine însă şi un alt factor de importanţă primordială: cantitatea totală de căldură ΣQ_1, ce urmează a fi furnizată instalaţiei. Ori aceasta este forţamente influenţată de posibilitatea de recuperare, pe care le oferă ciclurile limită teoretice luate în consideraţie. Este deci posibil

a transmite căldura gazelor de joasă presiune plecând dela turbină, gazelor de mare presiune furnizate de compresor, atât timp cât temperatura celor dintâi este superioară temperaturii atinse de cele din urmă.

In cazul ciclului isentropic/isobar (fig. 1) aceasta este posibil în limita dintre temperaturile t_4 și t_2, pe când în cazul ciclului isoterm/isobar (fig. 2) această posibilitate se întinde la diferența între tenperaturile $t_3 - t_1$.

In consecință în ciclul isentropic/isobar cantitatea de căldură ce urmează a fi furnizată este la limita λ_{ts} iar în ciclul isoterm/isobar $\overline{\omega}_{tt}$. Prin urmare randamentul global teroretic al ciclului isetropic/isobar devine

$$\eta = 1 - \frac{\lambda_{cs}}{\lambda_{ts}},$$

iar al ciclului isotermic/isobar va fi

$$\eta = 1 - \frac{\overline{\omega}_{ct}}{\overline{\omega}_{tt}}$$

Observăm ușor din diagrama entalpiei-potențial termodinamic că

$$\frac{\overline{\omega}_{ct}}{\overline{\omega}_{tt}} < \frac{\lambda_{cs}}{\lambda_{ts}}$$

De exemplu: pentru curbele figurând în ciclurile examinate vom avea

$$\frac{\overline{\omega}_{ct}}{\overline{\omega}_{tt}} = 0{,}307\,; \text{ iar } \frac{\lambda_{cs}}{\lambda_{st}} = 0{,}480$$

ceea ce are drept consecință în primul caz un randament teoretic al ciclului cde 69,3% iar în cel de al doilea caz de 52%. A fost deci firesc pentru constructorii de turbine cu gaze, să caute a obține agregate de mare randament, încercând a apropia ciclurile parcurse de gaze în mașinile și aparatele lor, de ciclul isotermic/isobar. Asemenea cicluri nu pot fi totdeauna realizate integral, din motive de ordin practic, astfel că, de fapt, s'a recurs la cicluri cuprinzând paroisoterme, sau transformări care comportă succesiuni de isentropice și isobare, făcând abstracție de pierderile de sarcină și altele cum arată diagrama figurei 3.

Această figură reprezintă un ciclu 1—*(a,b,c,d)* —2—3 *(m,n,)*— 4 ale cărui detalii apar suficient de evidente pentru a ne dispensa de alte explicații. Vom mai observa că, figurile precedente se referă la cicluri parcurse în circuitul deschis, adică în care se comprimă aerul aspirat din atmosferă. Acest aer comprimat este utilizat drept comburantul combustibilului introdus în camera de combustiune. Gazele produse prin combustiune vor acționa o turbină pentru a fi la sfârșit evacuate în atmosferă. Este deci lesne de înțeles că, se realizează instalații în circuit închis întrebuințând un gaz (în particular aerul) în circulație ca un mijlocitor, comparabil în unele privințe cu apa instalațiilor cu vapori. Această soluție permite alegerea valorilor absolute ale presiunilor extreme, menținând raportul de compresiune la o valoare determinată, în special de a le admite ridicate, astfel încât, pentru un debit greutate dat, să se reducă debitul volum corespunzător. Un ciclu de acest fel este reprezentat în fig. 3 prin conturul liniei-punct $1' - (a', b', c', d',) - 2' - 3' - (m' n') - 4'$, homolog cu ciclul descris în circuit închis, notat fără indici.

Schema figurii 4 ne indică sumar soluția utilizată, partea desenată în linia continuă este relativă la circuitul deschis, iar partea desenată prin linie-punct, se referă la circuitul închis.

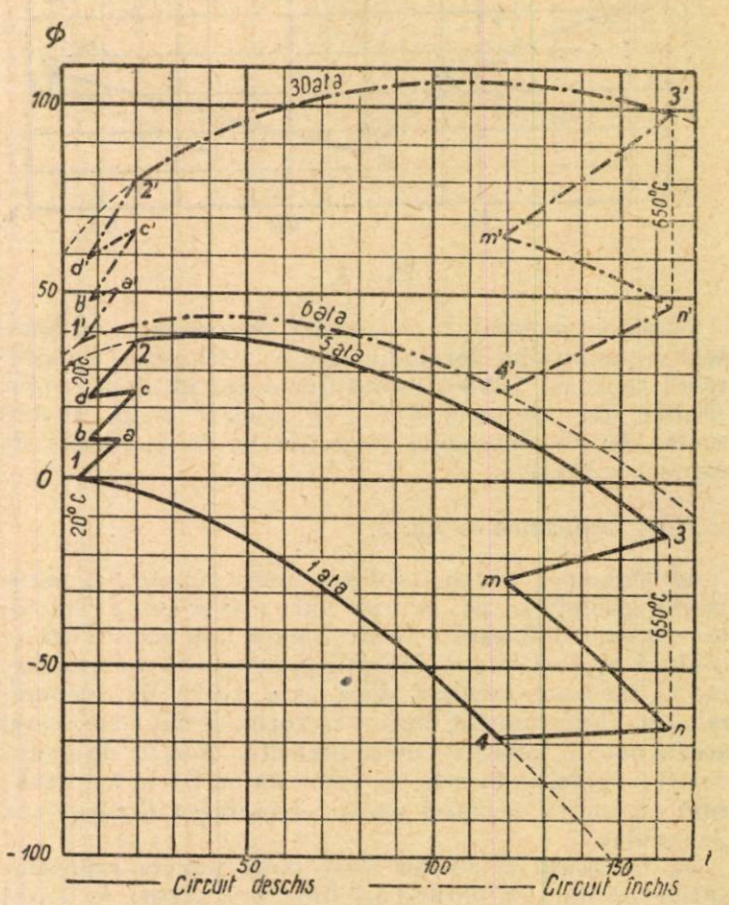


Fig. 3. — *Cicluri teoretice cu răciri etajate (3 faze) pentru compresiune și detentă fracționată (2 faze) pentru turbine în circuit deschis ($p_1 = 1$ ata) și în circuit închis ($p_1 = 6$ ata)*;

Curbele 1-*a*; *b-c*; *a*-2; 3-*m*; *n*-4 = isentropice ($s = ct$); curbele *a-b*; *c-d*; 2-3; *m-n*; 4-1 = isobare ($p = ct$).

Două observații sunt de făcut: este evident că, după împrejurări, repartiția diverselor mașini receptoare (compresoare sau alternatoare) pot interveni în mod cu totul diferit de cel din fig.4. Nu este mai puțin adevărat că, se poate combina soluția în circuit deschis cu cea în circuit închis, în una și aceeași instalație.

Dacă mai adăogăm că turbinele pot fi de tip cu acțiune sau reacțiune, compresoarele cu flux axial sau centrifugal, vom putea rezuma caracteristicele agregatelor de turbine cu gaze realizate de constructori. Diferențele de concepții sunt evidente, cu toate că scopul final este același: obținerea unei ecomomii energetice cât mai ridicate posibil. Va fi deci necesar de a compara aceste concepții diferite, în vederea scopului final urmărit.

Soluțiile adaptate de constructori se pot rezuma precum urmează:

a) circuit deschis — compresoare axiale;

b) circuit deschis — compresoare centrifugale;

c) circuit mixt închis și deschis — compresoare axiale;

d) circuit închis-compresoare axiale.

Prima soluție a fost adaptată de unele uzine constructoare care au produs o serie de turbine cu gaze din care vom menționa: un grup de 13000 kW destinat a funcționa iarna, când uzinele hidraulice sunt lipsite de apă. Acest grup comportă o compresie în trei faze și o detentă în două faze, astfel că va fi prevăzut

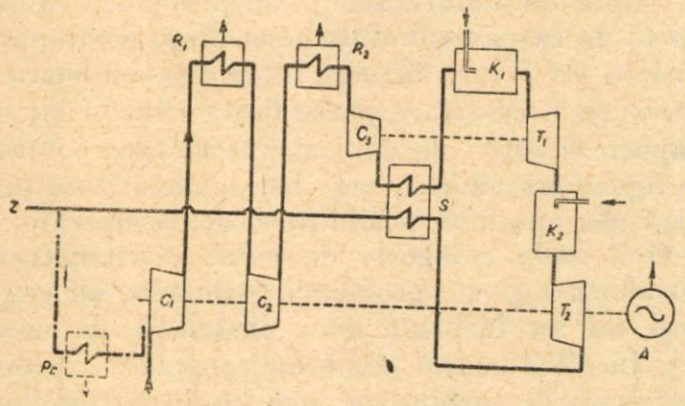


Fig. 4. — *Schema sumară a unei instalațiuni de turbine ca gaze în circuit deschis (linie plină) și în circuit închis (linie puntată)*:

C_1 = compresor de joasă presiune; R_1 = răcitor pentru aerul comprimat în C_1; C_2 = compresor de presiune medie; R_2 = răcitor pentru aerul comprimat în C_2; C_3 = compresor de înaltă presiune; K_1 = camera de compresiune de înaltă presiune pentru circuitul închis = încălzitor de gaz de înaltă presiune; T_1 = turbina de înaltă presiune; K_2 = camera de combustiune de joasă presiune pentru circuitul închis = încălzitorul gazului de joasă presiune T_2 = turbina de joasă presiune; S = recuperator de căldură permițând trecerea unei părți din căldură conținută în gazele evacuate de către turbina de joasă presiune, la cele debitate de compresorul de înaltă presiune; Z = evacuarea în stmosferă pentru instalație în circuit deschis; P_r = prerăcitor, permițând în circuit închis, scăderea temperaturii gazelor aspirate de către compresorul de joasă presiune (C_1), după ieșirea lor din recuperatorul (S); A = alternator.

cu două camere de combustiune. Un schimbător de mare suprafață, permite o recuperare foarte bună. Trebue să observăm că, în această instalație, generatorul este antrenat de turbina de înaltă presiune, ceea ce permite un reglaj al cantității de aer aspirat, prin variația vitezei de rotație a grupului de joasă presiune. Un grup similar de 27000 kW a fost instalat mai târziu în aceeași centrală.

Schema din fig. 5 prezintă un interes particular, pentrucă arată o aplicație specială a turbinei cu gaze, precum și posibilitatea de adaptare a acestor mașini, la cele mai diferite condiții de exploatare. Schema se referă la o turbină cu gaze de 4000 kW destinată a funcționa într'o exploatare petroliferă, care dispune de mari cantități de gaze naturale drept combustibil, astfel încât costul combustibilului este practic nul. Deci se pot reduce cheltuelile de investiții simplificând instalația pe cât este posibil, ținând seamă că randanemtul termic are ac un rol secundar. Cum gazele naturale disponibile a căror putere calorică este ridicată sunt captate la o presiune de 28 at. abs., vor fi destinse înainte de admiterea în camera de combustiune, până la o presiune de 4,5 at. abs. într'o mică turbină cu acțiunea funcționând continuu și

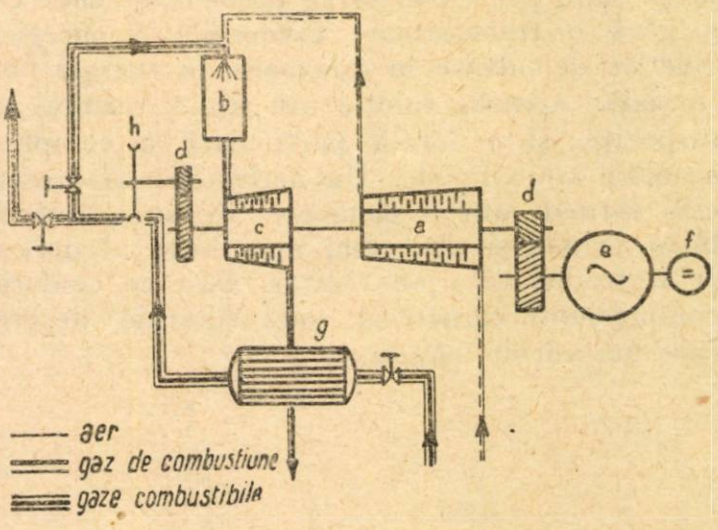


Fig. 5. — *Schema unei instalații de turbine cu gaze alimentate ca gaze naturale drept combustibil*:

a = compresorul cu flux axial; b = camera de combustiune; c = turbina cu gaze; d = reductorul cu angrenaje; e = generatricea electrică; f = excitatricea; g = preîncălzitorul gazelor combustibile; h = turbine de lansare funcționând în mod permanent ca element activ al detentei gazelor combustibile disponibile l 28 ata.

care după punerea în mișcare, servește drept motor de demaraj, înlocuind astfel motorul electric, sau altul necesar lansării. Apa de răcire fiind disponibilă în cantități foarte reduse compresiunea se va face într'o singură fază, numai uleiul de ungere fiind răcit printr'o circulație de apă. O altă aplicație interesantă a turbinei cu gaze este folosirea ei la punerea în mișcare a unei locomotive de cale ferată (fig. 6).

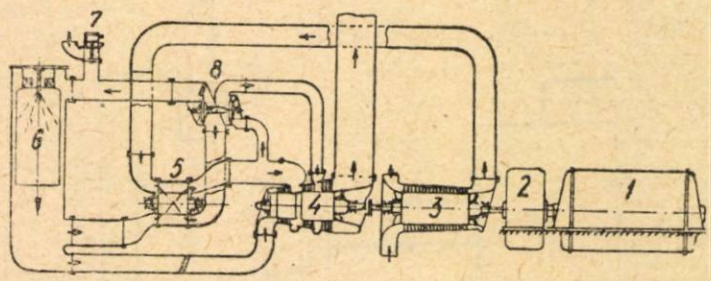


Fig. 6. — *Schema de principiu a turbinei cu gaze de 3000 kW pentru o locomotivă*:

1 = generatricea; 2 = tren de angrenaje; 3 = compresor axial; 4 = turbina; 5 = schimbător de presiune; 6 = camera de combustiune; 7 supapa de evacuare; 8 = turbo-suflătorul baleajului.

Alte uzine constructoare au adoptat o soluție deosebită de a celorlalte, în ceea ce privește construcția compresoarelor turbinelor cu gaze. Pe când celelalte uzine constructoare au recurs la compresoare cu flux axial, ale căror proprietăți favorabile din punct de vedere aerodinamic sunt cunoscute și care își datoresc succesul în bună parte cercetărilor întreprinse

asupra profilelor aripilor de avion, care au servit ca bază la determinarea profilelor paletelor turbinei, aceste uzine au ales soluţia compresoarelor centrifugale, convenabil modificate, pentru a reduce pierderile ce se produc în difuzoare, la construcţiile uzuale. Se întrebuinţează difuzoare cu axe rectilinii de ecartament slab, pentru evitarea decolărilor, ceea ce asigură o transformare favorabilă a energiei cinetice de intrare în difuzoare, în energie potenţială. Această soluţie are drept rezultat o dispoziţie şi o formă particulară a compresoarelor centrifugale. Un astfel de compresor este format din 3 elemente în serie, având între primul şi al doilea, apoi între al doilea şi al treilea câte un răcitor, ceea ce conferă compresiunii, caracterul para-isoternic despre care am vorbit înainte.

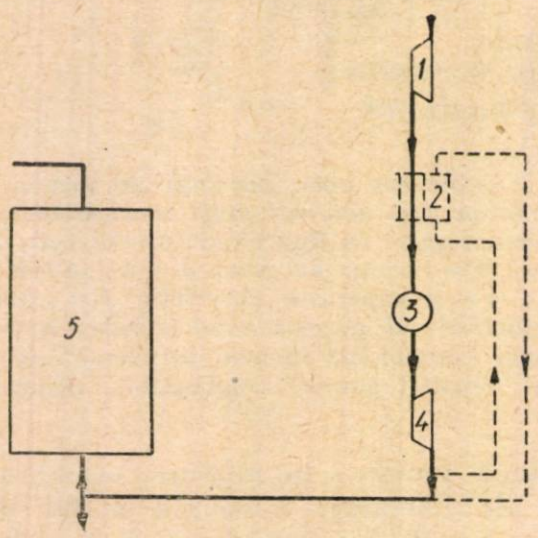


Fig. 7 a.

Centrala vapori-gaz: 1 = compresor; 2 — recuperatorul; 3 = camera de combustiune pentru păcură; 4 = turbina cu gaze; 5 = căldarea pentru arderea cu păcură.

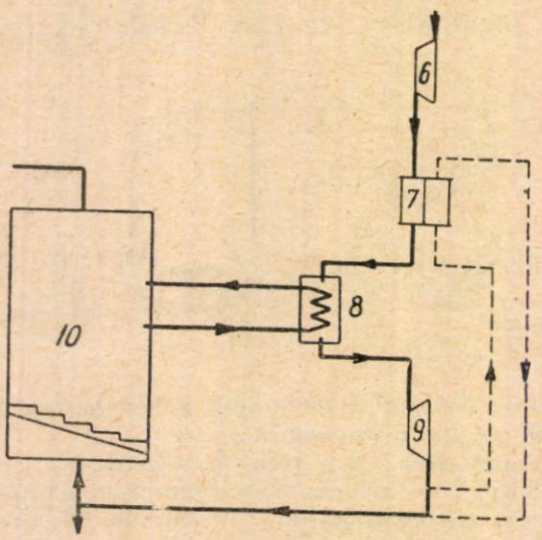


Fig. 7 b.

Centrala vapori-aer: 6 = compresor; 7 recuperator; 8 = încălzitorul de aer; 9 = turbina de aer; 10 = căldarea pentru arderea cu păcură sau cărbune.

Aceste uzine constructoare au combinat însă turbine cu gaze şi cu instalaţiuni de vapori. O formă simplă dar caracteristică a unei astfel de combinaţii este reprezentate în schemele din fig. 7 a şi 7 b.

Temperaturile fluidelor care deservesc turbina cu gaze, fiind scăzute în raport cu acelea pe care le-ar atinge, dacă combustiunea ar fi asigurată de cantitatea de aer teoretic necesară reacţiunilor chimice, este indispensabil a se recurge la excedente de aer foarte ridicate, în camerele de combustiune.

In consecinţă gazele ieşite care acţionează în turbine, conţin încă proporţii importante de oxigen liber, susceptibil a se combina cu alte elemente, cum ar fi carbonul, hidrogenul, etc. Aceste gaze pot deci juca într'un focar, acelaşi rol pe care-l îndeplineşte normal aerul atmosferic. Se poate deci alimenta o turbină cu gaze, cu fluidul ieşit dintr'o cameră de combustiune în care a ars motorină de pildă şi se poate utiliza gazul de eşapament al turbinei drept comburant pentru un focar, în care arde un combustibil oarecare şi care face parte dintr'o instalaţie cu vapori. O astfel de dispoziţie este reprezentată în figura precedentă, care deşi schematizată ţine cont de anumite posibilităţi de recuperare.

O a treia categorie de uzine constructoare au abordat şi ele problema turbinelor cu gaze, deşi nu au furnizat nicio instalaţie de acest fel. In 1942 aceste uzine au construit o primă instalaţie de turbine cu gaze în circuit deschis, care a funcţionat cu titlu experimental, mai multe sute de ore. Paralel cu aceste experienţe, în laboratoarele uzinelor s'au urmat studii metodice, în domeniul mecanicei fluidelor şi al materialelor rezistente la temperaturi înalte, cu scopul de a aduce perfecţionări diferitelor elemente ale instalaţiei de turbine cu gaze. Din punct de vedere general este interesant de observat că, pentru puteri mici, aceste uzine constructoare înclină spre aplicarea ciclului deschis, pe când pentru puteri mari şi randamente ridicate, ele propun instalaţii, lucrând după un ciclu sensibil diferit de soluţia clasică. Plecând dela ideea că volumul ocupat de instalaţia turbinei cu gaze, este determinat în special de elementele sale de joasă presiune, această categorie de a treia uzine a căutat să reducă acest volum, făcând să lucreze partea de joasă presiune a circuitului, cu o cantitate de fluid mult mai mică, decât aceea care traversează partea de înaltă presiune.

Rezultă de aci un sistem de recirculaţie, sau după ce a făcut numai o fracţie de detentă, o parte din fluidul motor este răcit şi comprimat din nou, pe când restul fluidului îşi urmează detenta până la presiunea atmosferică. Această dispoziţie se poate urmări foarte clar în schema figurii 8, care reprezintă realizarea unei asemenea instalaţii.

La ieşirea din compresorul (4) unde a fost ridicat la presiunea superioară a circuitului, 20 at. de exemplu, aerul este trimis în două direcţii diferite. O parte din debit, — acelaşi care este destinat recirculaţiei, — este dirijat spre recuperatorul (5) unde suferă o primă reîncălzire, apoi spre încălzitorul de aer (6), unde reîncălzirea continuă până la 650°C. Aerul

ieşind din (6) alimentează turbina (7) unde se destinde până la 5 at. de exemplu, apoi traversează recuperatorul (5), cedând o parte din căldura sa fluidului debitat de compresor (4), trece apoi prin răcitorul (3) unde se răceşte până la 20-25°*C* acesta îl refulează din nou în punctul său iniţial. Acest aer a parcurs astfel un circuit închis între presiunile de 20 şi 5 at. Cealaltă parte a debitului refulat de compresorul (4), circulă în primul rând în recuperatorul auxiliar (8), apoi este trimis în calitate de comburant în încălzitorul (6). Gazele produse prin combustiune servesc pe de o parte, pentru a ridica temperatura aerului care se destinde în turbine

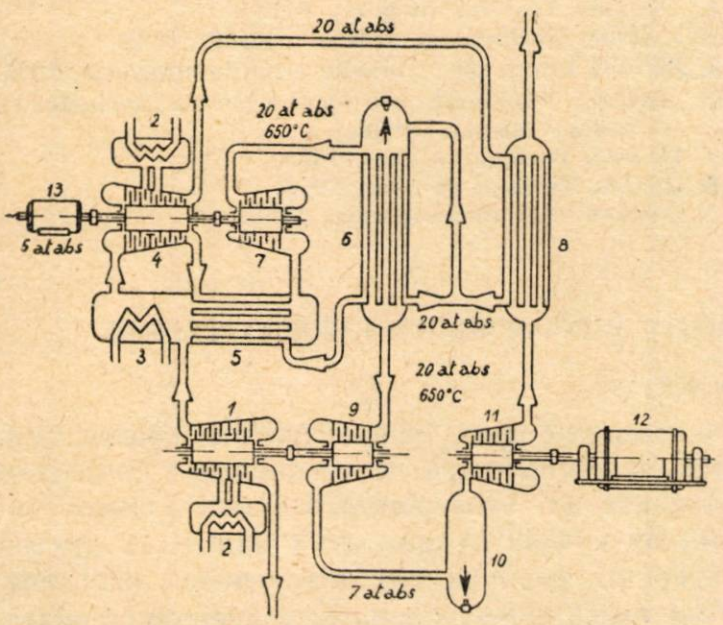


Fig. 8. *Reprezentarea schematică a ciclului turbinei cu gaze de înaltă presiune destinate unei instalaţii de mare putere unitară şi de mare randament*:
1 = compresorul de joasă presiune; 2 = răcitorul intermediar; 3 = răcitor; 4 = compresor de înaltă presiune; 5 = recuperator de căldură; 6 = camera de combustiune principală cu reîncălzitorul de aer; 7 = turbina în circuit închis; 8 = recuperatorul de căldură; 9 = turbina de înaltă presiune; 10 = camera de combustiune secundară; 11 = turbina de putere utilă; 12 = generator electric; 13 = motor electric de lansare.

(7) la valoarea sa maximă de 650°C, iar pe de altă parte pentru a alimenta turbina (9). Această turbină acţionează compresorul (1), care aspiră din atmosferă un debit de aer egal, cu acela care este folosit drept combustibil în încălzitorul (6). Gazele scapă din turbină (9) sub o presiune de circa 7 at. şi sunt dirijate către camera de combustiune (10), apoi către turbina (11) unde ele îşi urmează detenta motrice, până la presiunea atmosferică. La ieşirea din turbina (11), aceste gaze mai traversează încă un recuperator auxiliar (8) şi sunt evacuate la urmă în atmosferă. Această uzină a construit o astfel de turbină cu gaze pentru 7500 C P şi este interesant de remarcat că, spaţiul redus, ocupat de o asemenea instalaţie, satisface în special cerinţele constructorilor de vapoare, care au dat o deosebită atenţie acestui fel de turbină.

In sfârşit o a patra categorie de uzine constructoare a construit o turbină cu gaze în circuitul închis de 2000 kW, cu titlul experimental, şi care funcţionează de mai mulţi ani. Ideia călăuzătoare a acestei variante a fost în esenţă, de a dispensa pe constructor de condiţiile fizice şi chimice ale gazului care circulă în în ansamblul maşinilor şi aparatelor. Dacă ne referim la aer, această concepţie presupune că se poate utiliza, în circuitul activ, aer de o presiune minimă mai ridicată, decât presiunea atmosferică, ceea ce antrenează o ridicare a tuturor presiunilor ciclului, raportul lor putând rămâne egal cu acela admis în instalaţiile cu circuitul deschis. Bineînţeles că libertatea de alegerea gazului de circulaţie se poate interpreta în mod mai larg încă, şi nu este de loc exclus ca, pentru unele aplicaţii, să se recurgă la fluide speciale, a căror proprietăţi ar prezenta un interes deosebit, din punctul de vedere al fizicei nucleare. Pentru a rămâne totuşi la întrebuinţarea aerului, care a fost experimentat în instalaţia citată mai sus, şi a cărui utilizare este prevăzută pentru unităţi mult mai puternice în curs de construcţie, destinate unor centrale electrice, este evident că întrebuinţarea aerului la o presiune ridicată, reducând volumul specific al fluidului permite, cu un acelaş debit volumetric total, deci cu aceleaşi dimensiuni ale paletajului de exemplu, sporirea într'o mare proporţie a puterii unui agregat. Rezultă de aici că turbinele cu gaze, respectiv turbinele cu aer în circuit închis, ale acelei de a patra uzine constructoare, sunt în chip firesc destinate instalaţiilor de mare putere şi care trebue să aibă randamentul ridicat, oricare ar fi scopul lor. Pentru atingerea unor asemenea randamente, utilizarea tuturor mijloacelor sugerate de termodinamică şi permisă de tehnică este justificată, încât nu trebue comparată o instalaţie de acest tip sau oricare alta, urmărind scopul unei economii energetice foarte avansate, cu realizările foarte simple care se inspiră direct din noţiuni valabile în aerodinamică. Obţinerea unor astfel de randamente ridicate, implică construirea de turboagregate cu gaze, de înaltă calitate şi aparate schimbătoare de căldură foarte minuţios studiate. Două turbine cu gaze lucrând în circuit închis sunt în curs de construcţie în cea de a patra categorie de uzină constructoare, destinate fiind unor importante centrale electrice, fiecare având o putere de 13 000 kW în serviciu continuu.

* * *

Prin consideraţiile de mai sus, am căutat a deştepta interesul cititorilor noştri pentru metodele urmate de uzinele constructoare de turbine cu gaze, tinzând a căpăta utilizări din ce în ce mai largi, pentru producerea energiei electrice.

Realizarea Planului Cincinal şi a celui de Electrificare, va lărgi mult aplicaţiile turbinelor cu gaze şi în alte domenii, din cauza avantajelor pe care le prezintă:

a) uşurinţa, preciziunea şi rapiditatea cu care se face punerea în funcţiune;

b) trecerea extrem de uşoară dela mersul în gol la mersul în plină sarcină şi invers;

c) simplicitatea instalaţiei, cazanele, pompele de alimentare, vaporizatoarele, preîncălzitoarele, răcitoarele, etc. devenind inutile;

d) siguranţa în èxploatare datorită simplicităţii instalaţiilor;

e) posibilităţi de funcţionare în regiuni lipsite de apă;

f) oprirea şi răcirea rapidă a turbinei după întreruperea admisiei de combustibil;

g) volum restrâns, deci clădiri mici şi cheltuieli de investiţie reduse.

Turbina cu gaze se va impune în industria metalurgică, chimică şi minieră în construcţiuni navale şi aeronautice, în construcţia locomotivelor, etc.

In ceea ce priveşte utilizarea turbinei cu gaze la producerea energiei electrice, concluziile ce se desprind sunt următoarele:

1. Pentru marile centrale termice, motoarele cele mai economice sunt în prezent şi se par că vor rămâne şi pe viitor, turbinele cu vapori.

2. Acolo unde există combustibili lichizi şi gazoşi în cantităţi suficiente, turbina cu gaze este mai economică pentru unităţi până la 10000 kW.

3. Durata de utilizare redusă la perioada de vârf, sau pentru cazuri de intervenţie urgentă, preţul scăzut al combustibililor lichizi, sau preţul ridicat al cărbunelui, lipsa de spaţiu, lipsa de apă, tenperatura scăzută a aerului sunt factori care sporesc perspectivele economice ale turbinei cu gaze, în domeniuul energiei electice.

Bibliografie

1. *Bluidov*, Turbine cu gaze, 1948.
2. *Volosin*, Turbine cu ardere internă, 1938.
3. *Zoticov*, Problema turbinelor cu ardere internă, 1935.
4. *Mâkoski*, Experienţe şi cercetări asupra turbinelor cu ardere internă, 1938.
5. *Uvârov*, Turbine cu gaze, 1935.
6. *Jireţki*, Turbina cu gaze, 1948.
7. *Inozemtev*, Motoare termice, 1945.

ЗАМЕЧАНИЯ ПО ВОПРОСУ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И СООРУЖЕНИЯ ГАЗОВЫХ ТУРБИН

Р е з ю м е

В этой статье описана актуальная стадия производительности и сооружения газовых турбин.

Строительство газовых турбин находится в фазе непрерывного улучшения, т. к. конструкторы постоянно стремятся к повышению производительности и снижению удельного расхода. Из выражения валовой производительности, полученной путем изучения циклов, пройденных газами, явствует важное значение продукта производительности турбин и компрессора. Следовательно, основной заботой конструкторов было усовершенствование технических качеств сконструированных машин так, чтобы обеспечить, как можно более качественный продукт производительности турбин и компрессора, что зависило в последнем анализе от усовершенствования общего замысла и конструкции этих машин. С другой стороны, турбина тем интенсивнее работает, чем выше первоначальная температура облегчения напряжения. Поэтому режимная температура в газовой турбине часто доходит до 600—700°, что вызывает целый ряд технических конструкторных затруднений, которые необходимо учесть при проектировании и конструкции. Все эти вопросы были разно разрешены различными конструкторами газовых турбин, в зависимости от назначения турбины и места, где она должна работать.

MINISTERUL ENERGIEI ELECTRICE

„Memento pentru Electricieni“

528 pag.
Lei 550

Pentru a veni în ajutorul electricienilor, s'a pus la îndemâna acestora «Memento pentru electricieni». Lucrarea cuprinde concentrate sub formă de tabele, diagrame, grafice, etc., datele necesare în activitatea practică a electricienilor de toate gradele.

Editura Tehnică

TRANSPORTUL ENERGIEI ELECTRICE PRIN SISTEMUL BLOC[1])

de docent N. N. KRACIKOVSKI

Construirea unor serii de centrale mari termice și hidroelectrice, prevăzute în Planul Cincinal este legată de posibilitatea transportării unei puteri de ordinul 200 000—300 000 kW la distanță de 250—400 km. In viitorul apropiat se va pune problema transportului unor puteri și mai mari la distanțe variind între 500—1000 km. Construcția liniilor de transport electrice, lungi și de mare putere, necesită cheltueli foarte mari și un utilaj important. In unele cazuri indicii economici ai transportului energiei electrice pot avea o importanță hotărîtoare pentru determinarea considerațiunii dacă este indicat să se construiască centrale electrice de foarte mare putere. Experiența proiectării, înainte de război a transportului a 800 000 kW la distanță de 900 km, a scos la iveală în mod evident o serie de probleme tehnice serioase. S'au preconizat atunci două posibilități de rezolvare a problemei. Prima variantă prevedea așa numitul transport după sistemul legat, adică funcționarea în paralel a tuturor generatorilor la capătul de plecare și funcționarea în paralel a tuturor liniilor și transformatorilor la capătul de sosire, la tensiunea 220—400 kV. In a doua variantă se propunea transportul după sistemul bloc, și anume funcționarea separată a generatorilor de mare putere pe linii de transport separate, la tensiunea de ordinul 350 kV, legate bloc la capătul de primire cu transformatorii coborîtori de tensiune, legați la diferite secțiuni ale rețelei de 110 kV.

Construcția liniilor de transport electric de mare putere și la mare distanță, necesită în prealabil soluționarea problemei alegerii sistemului de transport al energiei prin curent alternativ trifazic și explicația răspândirii practice, pe care a căpătat-o, transportul energiei prin sistemul bloc. Această problemă a fost pusă în mod concret, pentru prima dată, în U.R.S.S. în anul 1936, ca aplicare la transportul de puteri mari, la mare distanță.

SCHEMELE TRANSPORTULUI ENERGIEI ELECTRICE ȘI CARACTERISTICELE LOR

Spre deosebire de transportul energiei electrice prin *sistemul legat*, proprietatea caracteristică a transportului energiei electrice prin sistemul bloc, constă în aceea, că influența reciprocă a diferitelor linii legate bloc este practic eliminată în caz de avarii pe vreunul din elementele blocului și în special pe însăși linia principală de transport. In felul acesta nu se mai pune problema stabilității dinamice a liniei însăși, care se păstrează pe deplin și în caz de defecte în rețeaua receptoare. In ceea ce privește stabilitatea statică, această problemă este aceeaș pentru ambele feluri de transporturi.

In caz de defect pe liniile legate bloc, sub influența protecției prin relee, se produce decuplarea blocului în întregime și prin urmare, și a generatorilor. Dacă acest bloc reprezintă o fracție însemnată din puterea întregului sistem, se produce o foarte mare scădere a frecvenței, o supraîncărcare exagerată a generatorilor și o frânare a lor, ieșirea din funcțiune și decuplarea unui mare număr de consumatori și în cele din urmă, o descompunere completă a sistemului. *De aceea puterea maximă transmisă printr'un bloc trebue să fie coordonată cu puterea sistemului.*

Practica exploatărilor liniilor de transport electric, funcționând după sistemul bloc, și care transportă până la 120 000 kW la 240 km, a arătat, că atunci când puterea transportată pe linii reprezenta până la 17% din sarcina totală a sistemului, nu se producea o descompunere a acestuia. In majoritatea cazurilor deficitul de putere, care se producea la ieșirea din funcțiune a liniei, era compensat prin coborîrea reală a sarcinii active a consumatorilor, prin micșorarea frecvenței și datorită măririi puterii altor centrale ale sistemului; o parte din sarcină se decupla, probabil, datorită acțiunii protecției de punere la pământ în urma șocului produs la decuplarea liniei. O influență favorabilă asupra accelerării procesului de lichidare a avariilor o are centrala hidroelectrică de vârf, care prelua rapid sarcina. In momentul avariilor datorite descărcărilor atmosferice, sarcina liniei, de multe ori atingea 50 000—85 000 kW pentru o încărcare generală a sistemului de 300 000 — 400 000 kW. Reanclanșarea liniilor de transport și preluarea sarcinii centralei hidroelectrice, nu au fost în general de lungă durată, iar într'o serie de cazuri nu au depășit 2—3 min. Linia nu a fost prevăzută cu aparataj cu reanclanșare repetată și nici centrala cu aparate de sincronizare automată. In felul acesta se poate constata că sistemul s'a comportat relativ bine în cazurile de avarii pe liniile de transport electric, fără a fi influențat de insuficiența rezervei de putere și a lipsei de dispozitive automate speciale pentru descărcare după frecvență, a căror întrebuințare în sistemele noastre a dat întotdeanua rezultate foarte favorabile.

In caz de avarii, în regimul de scurtcircuit, generatorii centralei furnizoare se descarcă aproape totdeauna de puterea activă și datorită acestui fapt, își măresc viteza, în timp ce generatorii sistemului receptor primesc sarcina suplimentară și de aceea se frânează.

Ca rezultat, generatorii dela capătul de plecare încep să avanseze ca fază față de generatorii restului sistemului și în caz de scurtcircuit prelungit, se pot desincroniza. Intrebuințarea protecției prin relee și a întrerupătorilor cu acțiune rapidă este metoda principală de ridicare a stabilității transportului prin sistemul legat. Decuplarea uneia din liniile paralele coboară simțitor capacitatea de transport a rețelei, fapt datorită căruia, în regimul de după avarie, se produce o cădere de tensiune în regiunea stației receptoare și o oarecare coborîre a puterii cerute.

Deoarece în decursul acestui scurt interval de timp, regulatorii turbinei hidraulice nu au avut timp să acționeze și hidrogeneratorul continuă să desvolte aceeași putere activă ca până în momentul avariei, se produce un surplus de putere generată față de cea cerută și o oscilație a unora din generatori față de ceilalți. In unele cazuri, pentru un surplus însemnat de putere generată față de cea cerută, un mijloc simplu de a menține stabilitatea, constă în decuplarea unei părți din generatorii centralei care furnizează energia, ceea ce va compensa micșorarea sarcinii și în mod automat va duce la o echilibrare a puterii generate și a celei cerute, evitând astfel defazarea lor.

Experiențele făcute în timpul funcționării unei centrale hidraulice arată că în cazul transportului prin sistemul legat, nu sunt excluse cazurile de decuplare simultană a ambelor circuite paralele. Astfel o linie de transport a cărei lungime este de aproximativ 400 km are două circuite paralele și transportă o putere totală până la 300 000 kW, la tensiunea 267 kV. Linia a fost înzestrată ulterior cu două posturi de comutare și o protecție prin relee dintre cele mai moderne. Cu toate acestea, în primii doi ani s'au produs cinci cazuri de decuplare simultană a ambelor circuite; unul din cauza avarierii unui suport, celelalte din cauza protecției

---

[1]) Prelucrare după « Electricestvo » (Electricitate), 4/950, pp. 33 — 35.

prin relee. Căderile de sarcină au reprezentat până la 200 000—230 000 kW.

In cazul transportului prin sistemul legat trebue să contăm pe posibilitatea de decuplare a ambelor circuite paralele şi prin urmare, trebue neapărat să avem în sistemul receptor rezerva corespunzătoare de putere, simţitor mai mare decât în cazul transportului prin sistemul bloc. Dacă această rezervă lipseşte, atunci în cazul unor condiţiuni defavorabile se poate produce o descompunere totală a sistemului.

Este interesant să comparăm rezultatele mai sus expuse, obţinute în exploatarea liniilor de transport prin sistemul «legat» cu cele obţinute în exploatarea liniei de transport prin sistemul «bloc» de 220 kV, care leagă aceeiaş centrală hidroelectrică. Această linie a fost pusă în funcţiune în anul 1939 şi este construită cu un singur circuit, datorită prezenţei rezervei în reţeaua receptoare. Lungimea totală este deasemenea de circa 400 km şi prin ea se transportă până la 165 000 kW (dela capătul de trimitere), ceea ce reprezintă circa 90% din limita statică a puterii, egală cu 100 000 kW. Practica exploatării a arătat că scurtcircuitele în reţeaua receptoare de 66 kV, pot duce la desincronizarea generatorilor centralei. Pentru a se evita aceasta, reţeaua de 65 kV a fost secţionată în unele puncte astfel, încât o parte din sarcina ambelor substaţii receptoare se decupla dela reţeaua generală în caz de avarii periculoase din punct de vedere al stabilităţii (cu ajutorul releelor care acţionau la oscilaţii) iar substaţiile se alimentau dela centrala hidraulică dată. In perioada iniţială de funcţionare (aproximativ 7 luni), în două cazuri, centrala hidraulică a fost decuplată dela restul sistemului, debitând pe porţiunea delimitată, iar cuplarea din nou s'a făcut în timp de un minut după o prealabilă resincronizare.

Aceste date dovedesc că numai sistemul «bloc» prezintă o garanţie suficientă a transportului energiei electrice. Totuşi, pentru a se evita o descompunere a sistemului în caz de avării pe linii, reţeaua receptoare trebue să fie pregătită şi construită în mod corespunzător.

Transportul prin sistemul «bloc» mai are următoarele avantaje faţă de sistemul «legat»:

a) O putere de scurtcircuit mult mai mică prin urmare, o acţiune mai slabă asupra sistemului şi condiţii mai uşoare pentru întrerupători;

b) Reglarea mai simplă şi mai ieftină a tensiunii, fără să fie neapărată nevoie să instalăm compensatori sincroni speciali pentru «avarii»;

c) O micşorare esenţială a numărului întrerupătorilor şi eventual posibilitatea de a renunţa complet la instalarea lor. Această din urmă posibilitate şi-a găsit o explicaţie practică într'o serie de linii de transport;

d) Mărirea încărcării specifice a liniei, ceea ce face ca liniile de transport să devină mai economice.

Aceşti factori de ordin tehnic şi economic au constituit un stimulent categoric pentru adoptarea transporturilor prin sistemul bloc şi este interesant să remarcăm că transporturile după sistemul bloc au fost folosite nu numai la linii noi (de exemplu dela 3 centrale hidraulice de pe un râu, de putere 240 000, 240 000 şi 260 000 kW, transportul într'un oraş la 200 km este realizat prin 6 linii-bloc de 220 kV), dar unele linii de transport vechi existente, au fost transformate din sistemul legat în sistemul bloc.

In U.R.S.S., unele linii de 110—220 kV au fost proiectate cu 2 circuite dar deoarece s'a montat la început numai un circuit, ele au funcţionat câţiva ani, iar unele dintre ele continuă să funcţioneze şi astăzi ca linii-bloc.

DOMENIUL DE UTILIZARE ŞI PERSPECTIVELE DE DESVOLTARE ALE LINIILOR DE TRANSPORT LEGATE PRIN SISTEMUL «BLOC»

Din cele arătate mai sus, urmează că liniile «bloc» sunt întrebuinţate pentru transportul energiei electrice într'un singur sistem care are o rezervă suficient de mare.

Puterea agregatelor dela centralele termoelectrice cu condensaţie, atinge astăzi 50 000—100 000 kW (se prevede ridicarea până la 150 000 kW), iar a agregatelor hidraulice — 72 000 kW. Corespunzător acestora, valoarea rezervei în sistem trebue să fie în orice caz nu mai puţin de 50 000—100 000 kW. Această rezervă se creează pentru motivul că centralele termoelectrice trebue să funcţioneze la puterea lor economică egală cu 85% din cea nominală.

Capacitatea de transport a liniei electrice trebue să fie comparată cu valorile date mai sus. Capacitatea lor de transport se apreciază uşor pe baza puterii naturale a liniei în funcţie de lungimea ei.

După cum se ştie, puterea naturală a liniei în mod aproximativ este egală cu:

Tensiunea în kV	110	154	220	310	400
P'_n mii kV . .	30	60	120	240	400

In una din lucrările sale, autorul arată că, în funcţie de lungimea liniei, pot fi transmise în mod sigur următoarele puteri în fracţiuni din cea naturală.

Lungimea în km	100	150	200	300	400	500
Puterea transmisă în fracţiuni din puterea naturală	2	1,75	1,5	1,25	1,0	0,8

Atât din aceste date, cât şi pornind dela valoarea relaţiei admisibile între puterea blocului şi puterea sistemului, dată mai sus (17%), se poate trage concluzia că şi astăzi, pentru o serie de sisteme energetice, având puterea peste 500 000 kW, este indicat să se întrebuinţeze linii de transport legate bloc, până la tensiunea de 220 kV Liniile cu tensiune peste 220 kV vor putea fi în timpul cel mai apropiat întrebuinţate pentru 2—3 din sistemele noastre energetice cele mai puternice.

Din punct de vedere economic în toate cazurile, când nu există posibilitatea de a se asigura o rezervă, este totdeauna mai indicat să se întrebuinţeze numai un singur circuit pentru tensiunea corespunzătoare, decât două circuite la tensiunea mai joasă. Prin urmare, în aceste cazuri, avantajul funcţionării cu un singur bloc rezultă din condiţiile economice, şi unele dintre liniile noastre de transport de 220 kV de mare putere funcţionează în prezent tocmai în acest fel.

Atunci, când din punct de vedere al capacităţii de transport, se impune construcţia a două circuite, până în prezent se tindea de obicei la funcţionarea după sistemul legat şi aceasta pentru consideraţiunea că la ieşirea din funcţiune a uneia din linii, nu se întrerupe legătura cu centrala generatoare. Totuşi, această condiţie poate fi asigurată şi în cazul funcţionării după sistemul bloc. Faptul constă în aceea, că în majoritatea cazurilor, avariile pe liniile de transport, au un caracter de scurtă durată (de obicei de origine atmosferică), iar când acestea sunt prevăzute cu aparate de cuplare repetată pe fază (OAPV), sau bobină compensatoare de şoc şi (APV) trifazic, întreruperea sau nu se produce, sau dacă are loc, este de scurtă durată, adică timpul până când acţionează APV-ul, astfel încât consumatorii în mod practic nici nu simt că a avut loc o avarie.

Dacă avaria are un caracter de durată şi linia defectă este scoasă pentru mai mult timp din funcţiune, atunci legătura cu centrala generatoare se realizează prin cuplarea generatorilor şi transformatorilor liniei decuplate la linia sănătoasă. Aceasta se poate realiza întrebuinţând de exemplu, schema *H* (în punte) cu întrerupătorul din diagonală deschis mai întâi în mod normal şi apoi închizându-l după declanşarea întrerupătorilor liniilor. Obţinem astfel schema obişnuită de transport

după sistemul legat. Timpul necesar pentru cuplarea generatorilor blocului decuplat la linia sănătoasă, este aproximativ un minut, inclusiv durata sincronizării prealabile.

Atunci când folosim metoda indicată de cuplare pentru două linii bloc, este neapărată nevoie să verificăm posibilitatea cuplării generatorilor blocului decuplat la linia sănătoasă din punct de vedere al stabilității. In cazul liniilor nu prea lungi și nu prea încărcate, adică acolo unde există o însemnată rezervă în ceea ce privește stabilitatea, o astfel de cuplare este permisă. Pentru liniile lungi însă, foarte încărcate, cuplarea tuturor generatorilor blocului decuplat la linia sănătoasă este imposibilă.

După cum arată calculele, făcute la timpul lor de către autor pentru liniile de transport lungi de 900km, prin cuplarea generatorilor și a transformatorului ridicător de tensiune, se poate ridica puterea transmisă cu aproximativ 17%, iar prin cuplarea transformatorilor coborîtori — cu 25%. Aceasta este valabilă numai în cazul menținerii aceleiași rezerve de stabilitate ca și în regim normal. Dacă însă recurgem la micșorarea temporară a rezervei atunci puterea transmisă poate fi ridicată cu aproximativ 35 —40% în comparație cu puterea ce se transportă în mod normal printr'un singur circuit. In cazul liniilor mai scurte, unde influența relativă a reactanței generatorilor și transformatorilor este mai mare, este posibilă o ridicare și mai importantă a puterii transmise. Se înțelege dela sine că condiția indicată mai sus se menține pe deplin și în cazul transportului prin sistemul legat.

S'a remarcat mai înainte, că pentru liniile lungi, prea încărcate, este nevoie să se decupleze o parte din generatori în cazul ieșirii din funcțiune, datorită avariilor uneia din liniile paralele. Pe baza celor expuse se poate trage concluzia că atunci când există două linii-bloc, întrebuințând schema corespunzătoare de legături între ele cu acțiune automată, este posibil să menținem pe deplin o parte însemnată a puterii generate, prin urmare și din acest punct de vedere, sistemul legat nu are niciun avantaj față de sistemul bloc.

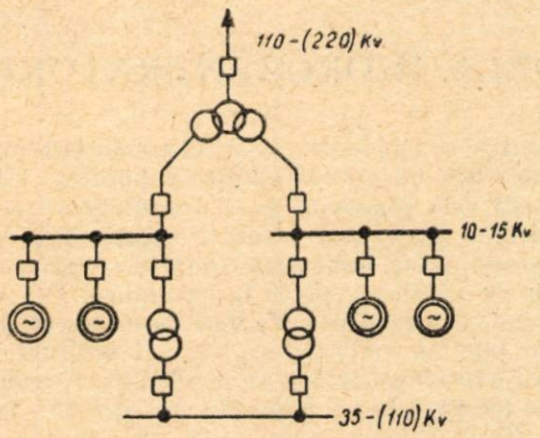


Fig. 1.

In cazul studiat mai sus, s'a presupus că se transportă în sistem toată puterea centralei. Totuși, se întâmplă, că o parte din puterea centralei să se folosească în regiunea locală, fie la tensiunea generatorului, fie la o tensiune mai joasă, decât tensiunea liniei de transport, de distanță mare. In acest caz, pentru centrala hidraulică cu o singură linie bloc poate fi folosită schema din fig. 1, iar în cazul a două linii — schema din fig. 2.

In felul acesta și în cazurile când se ia o parte din putere pentru regiunea locală, pot fi deasemenea folosite linii de transport bloc, prin întrebuințarea în centrală a schemei corespunzătoare de legături.

Vom studia acum în ce măsură poate fi întrebuințat principiul transportului prin sistemul bloc pentru un sistem electric mare. Unele sisteme energetice ale noastre se caracterizează printr'o sarcină mare, concentrată în centrul sistemului, pe o suprafață relativ mică. Această parte centrală se înconjoară cu un semi-inel sau inel de 110 kV, simplu sau dublu, de asemenea printr'un semi-inel de 220kV, iar în perspectivă și cu un inel de 220 kV. In interiorul acestui inel sunt centrale termice, de putere mijlocie și mare, în care este parțial concentrată rezerva totală de putere a sistemului. Inafara acestui inel lucrează centrale termoelectrice și hidroelectrice mai îndepărtate sau apropiate pe tensiunile de 110—220 kV. Creșterea puterii sistemului necesită pe de o parte, construcții de centrale termoelectrice în centrul sistemului, iar pe de altă parte, trimiterea energiei în centrul sistemului dela centrale termoelectrice și hidroelectrice îndepărtate. Transportul puterii acestor centrale în centrul sistemului se poate realiza atât după sistemul legat cât și după sistemul bloc. După cum s'a arătat mai sus, din considerațiuni economice, se tinde la întrebuințarea unui singur circuit, alegându-se tensiunea optimă a liniei. In cazul blocului

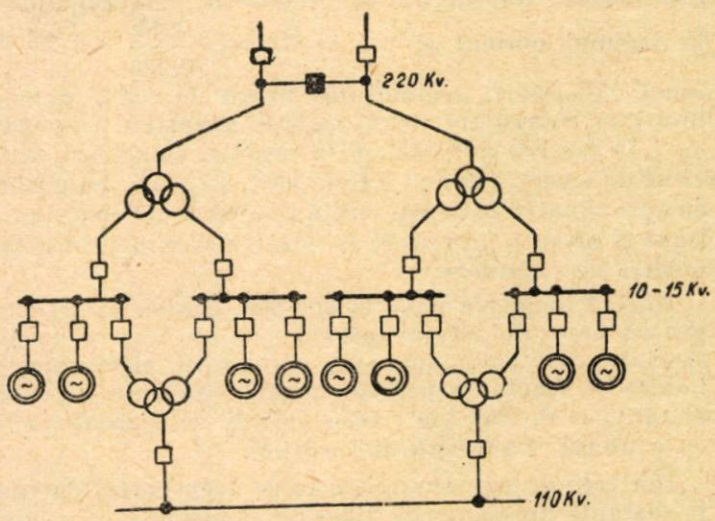


Fig. 2.

complet, adică atunci când în el intră toate elementele până la transformatorul coborîtor, se poate folosi pentru linie orice tensiune, independent de cele folosite în sistem. Introducerea unei astfel de tensiuni în cadrul blocului nu distruge armonia sistemului electric, dar ea trebue de sigur să fie justificată din punct de vedere economic.

La centralele pentru care este indicat sau impus ca puterea să fie transportată prin două circuite, urmează să se aleagă schema care dă posibilitatea funcționării, atât prin sistemul bloc, cât și prin sistemul legat (de ex. *H*). Este deasemenea indicat ca liniile de transport existente, să fie pe cât posibil, trecute la funcționare după sistemul bloc, ceea ce nu va reprezenta în speță greutăți deosebite, deoarece la stațiile ridicătoare de tensiune, sunt de obicei două rânduri de bare colectoare, ceea ce permite funcționarea separată a liniilor [1]).

In concluzie, ne vom opri la problema întrebuințării în sistemele noastre energetice a tensiunii mai mari de 220 kV. O astfel de tensiune este cea de 380—400 kV.

S'a proiectat construirea unei linii de transport de 400 000 kW. 300 000 kW, dela o centrală hidraulică, pe o distanță de aproape 1000 km. Pentru acest transport este prevăzut să se întrebuințeze la stația de ridicare a tensiunii de lângă centrala hidroelectrică un transformator cu trei bobinaje distincte la tensiunea generatorului, iar la fiecare dintre ele se cuplează un generator de 100 000 kW. De aci se deduce că întrebuințarea unui bloc atât de puternic este considerată posibilă pentru sistemul energetic proiectat. In virtutea acestui principiu se poate începe generalizarea introducerii liniilor de transport de energie electrică de mare putere cu o tensiune de 400 kV (la început sub forma unui circuit bloc). Tendința de a introduce tensiunea de 400 kV pentru transportul puterii dela centralele termice la distanțe de 250—300 km, sub forma a două linii construite simultan, funcționând după sistemul legat, este nejustificată, deoarece aceasta conduce la o nefolosire însemnată a capacității lor de transport și la instalarea

[1]) De sigur nu întâmplător, unele linii de transport funcționând după sistemul legat, sunt trecute la funcționarea după sistemul bloc.

unui mare număr de întrerupători. Investiţiile de capital pentru linia de transport de 400 kV sunt în acest caz mult mai mari decât pentru liniile de transport la 220kV, iar economia pierderilor de energie pentru varianta 400 kV nu este atât de însemnată.

In ceea ce priveşte liniile de transport de foarte mare lungime cu tensiunea de 400 kV, folosirea sistemului legat întâmpină greutăţi însemnate, după cum se poate vedea din articolul lui *P. S. Jdanov, B. A. Venikova* şi *G. M. Rozanova* («Electricestvo» Nr. 11 1948). Pentru transportul prin sistemul legat la o tensiune de 400 kV, pentru liniile cu o lungime de 400 km, cu un singur post de comutare în mijlocul liniei, cu maşini având parametrii ridicaţi, la transportul puterii naturale, coeficientul de rezervă al stabilităţii statice în regim normal este egal cu 15%, iar în regim de avarii este negativ (minus 7,5%). Raportul puterilor limită în regimul normal şi cel de avarii, $\frac{1,15}{0,925} = 1,25$. In cazul liniei-bloc, regimul de avarii lipseşte, puterea limită se determină după regimul normal şi este egală cu 1,15 din cea naturală. Prin urmare, cu acelaşi coeficient de rezervă, având o linie bloc, se poate transporta cu aproximativ 25% mai multă putere, decât cu sistemul legat şi nu este nevoie să se construiască un post intermediar de comutare.

Mărind lungimea până la 600 km, pentru transportul puterii naturale este neapărată nevoie să se ia măsuri speciale ca: compoundarea, regulatorii electronici şi bobine de reactanţă pentru shuntare (saturate); pentru distanţa peste 600 km este nevoie de compensaţie serie cu ajutorul condensatorilor statici.

Din cele de mai sus reiese că la transportul energiei la distanţe apropiate de 1000 km, schema bloc asigură o încărcare specifică ridicată, nu necesită posturi de comutare cu un mare număr de întrerupători şi o compensaţie serie, ajungându-se prin aceasta la un factor economic ridicat. Simplitatea schemei şi marea siguranţă de funcţionare sunt calităţile de netăgăduit ale liniilor-bloc, de aceea la rezolvarea problemei transportului puterilor mari la distanţe mari, trebue să alegem schema transportului prin sistemul bloc.

In concluzie, trebue să menţionăm un factor important a cărui folosire va permite, probabil, să asigurăm din punct de vedere practic o deplină continuitate a funcţionării liniilor-bloc. Cuplarea repetată automată pe fază, după cum se ştie, este în adevăr efectivă numai pentru scurtcircuitele monofazice de scurtă durată, de caracter transitoriu. Pentru puneri la pământ prelungite, provocate de către deteriorarea izolatorilor, ruperea conductorilor şi altele, pentru repararea fazei deteriorate, trebue să scoatem linia din funcţiune. Cercetările făcute în anul 1949 de către TNISGEI asupra funcţionării hidrogeneratorilor în regimuri nesimetrice (nesimetric până la 0,5) au arătat că încălzirea părţilor active şi vibraţia generatorilor nu depăşeau limitele admise. Aceasta permite ca pe liniile de transport, alimentate de centrale hidroelectrice, să se localizeze pe fază avariile monofazate şi să se execute reparaţiile pe fază, fără întreruperea funcţionării celorlalte două faze sănătoase. Cercetarea mai departe pe o scară largă, trasată de către Departamentul Tehnic al Ministerului Centralelor Electrice pe anul 1950, a funcţionării, atât a hidrogeneratorilor cât şi a turbogeneratorilor la o încărcare nesimetrică a fazelor pe linii de diverse tensiuni, până la 220 kV, trebue să dea un material concret asupra valorii încărcării admisibile a generatorilor timp îndelungat la funcţionarea pe două faze, precum şi asupra posibilităţii unor astfel de regimuri de funcţionare din punct de vedere al influenţei asupra liniilor de electrocomunicaţie şi altele.

Totuşi, chiar şi acum, pe baza încercărilor din anul 1949, se poate considera dovedită posibilitatea funcţionării îndelungate numai pe două faze a liniilor singulare, alimentate de către centrale hidraulice, transportându-se prin ele 60—70% din sarcina nominală. Prin aceasta în mod practic se elimină problema necesităţii unei rezerve speciale de putere în sistemele energetice, în cazul folosirii liniilor de transport legate de bloc.

UTILIZAREA CĂLDURII EVACUATE DELA HIDROGENERATORI*)

In acest articol se schiţează propunerea inginerului *C. D. Smirnov*, privitoare la utilizarea căldurii evacuate dela hidrogeneratori prin aşa numita pompă termică, care oferă posibilitatea de a se încălzi apa pentru instalaţiile de calorifer până la 90° folosind temperatura aerului de răcire ce nu trece peste 60°.

In prezent, aproape la toate uzinele hidroelectrice, ce se construesc în Uniunea Sovietică, răcirea generatorilor se face cu ajutorul aerului în circuit închis. Obişnuit, se întrebuinţează următoarea schemă de răcire a hidrogeneratorilor:

Aerul rece dintr'o cameră etanşă este absorbit de rotor şi spălându-se bobinele şi construcţia metalică a maşinii se realizează răcirea lor.

Aerul cald este eliminat de paletele rotorului prin deschiderile statorului şi împins spre răcitorii cu apă, unde după răcire este absorbit şi ciclul se repetă.

Temperatura aerului încălzit în mod obişnuit ajunge până la 60°, iar răcirea lui se face până la 40°.

Temperatura apei ce intră în răcitorul tubular nu este mai mare de 25°, iar temperatura apei încălzite, ce iese, din răcitorul tubular, ajunge până la aproape 28°.

Toată căldura preluată de apă se pierdea, deoarece apa încălzită, în sistemul folosit până în prezent, era evacuată. Pentru a utiliza această căldură, ing. Smirnov propune întrebuinţarea aşa numitei «pompe termice», în circuitul căreia adoptă drept mediu de lucru un lichid cu temperatura de fierbere joasă la presiunea atmosferică. Procesul în pompa termică are loc în felul următor:

Mediul de lucru, de un potenţial scăzut la temperatura T_1, preia într'un aparat numit evaporator căldura aerului ieşit dela generator şi se evaporează, trecând din faza lichidă în vapori saturaţi uscaţi. Vaporii ajung într'un compresor, unde sunt comprimaţi adiabatic (fără schimb de căldură), până la presiunea P_2, căreia îi corespunde temperatura T_2 mai mare decât T_1. Apoi trecând într'un condensator, vaporii mediului lucrativ îşi pierd supraîncălzirea şi se condensează, transmiţând căldura lor apei, la un potenţial mai urcat — la temperatura T_2.

După condensare, fluidul este destins prin laminare până la presiunea iniţială P_1, ajungând totodată înapoi la temperatura T_1.

La această temperatură o parte mică a condensatului se evaporează, iar partea cea mai mare, trecând în evaporator, poate primi din nou căldură, având numai potenţialul corespunzător temperaturii T_1 şi ciclul se repetă.

Aşa dar, organele principale ale instalaţiei, din care se compune pompa termică sunt: evaporatorul, compresorul, ventilul de laminare şi condensatorul; menţionăm că organul cel mai voluminos şi costisitor al pompei termice este evaporatorul. Ciclul de funcţionare al acestei instalaţii este deci acela al unei maşini frigorifice.

Ing. Smirnov propune, ca răcitorii tubulari din agregatele actuale ale hidrogeneratorilor să servească drept evaporatori, iar prin ţevile răcitorului în locul apei să fie întrodus mediul lucrativ al pompei termice. Instalaţia este prezentată schematic în figură.

Pentru uşurarea reglării sistemului se poate aplica varianta instalaţiei după schema «aer-apă-mediu lucrativ-apă»; în acest caz se introduce drept intermediar — apa

*) Prelucrare după «Electriceskie stanţii» (Centrale electrice), Nr. 7/1950.

circulatorie (pe figură, modificarea instalației este arătată prin linie punctată).

Din corpurile lucrative termice, care sunt întrebuințate astăzi în tehnica frigoriferă, cea mai indicată pentru pompa termică în condițiile date sunt freonul 113 ($C_2F_3Cl_3$) sau freonul 11 ($CFCl_3$).

Datorită temperaturii de fierbere avantajoase a freonului 113 (+ 47,7° C) și a freonului 11 (+ 24,0° C) și a greutății moleculare mari (respectiv 187,5 și 137,4), la folosirea lor drept mediu lucrativ se pot întrebuința cu succes turbocompresorii cu o singură treaptă de compresiune, evitându-se astfel presiunile mari sau vacuumul pronunțat.

Din calculele făcute, presiunea finală atinsă în compresor, luând în considerare supraîncălzirea, va fi pentru freon 11 — cca 8,5 at la o presiune inițială de 1,45 at, iar pentru freonul 113 corespunzător 5,10 at, față de 0,65 at presiune inițială.

Intru cât prezența vacuumului în răcitorii cu aer trebue evitată, freonul 11 este cel mai potrivit.

Alegerea parametrilor convenabili pentru apa caldă, ce va alimenta caloriferul, depinde pe de o parte de prețul de revenire al energiei electrice, care se consumă de compresorul pompei termice, iar pe de altă parte de costul instalațiilor de calorifer.

Dacă se micșorează temperatura apei calde, furnizată de către pompa termică, consumul de energie al compresorului se reduce, în schimb însă se mărește costul instalațiilor de calorifer.

Pentru determinarea consumului de energie electrică a pompei termice, în funcție de temperatura apei calde din calorifer, vom evalua randamentul pompei termice.

In cazul examinat se ia în considerare ciclul ideal de funcționare al unei mașini frigorifere, care simultan servește scopului de răcire a generatorului și scopului de încălzire a apei din calorifer.

Ciclul ideal este un ciclu Carnot inversat, compus din două adiabate și două izoterme. Intr'o diagramă TS, acesta arată, că în fig. 1, alăturată.

Fig. 1.

AB — evaporarea fluidului primind căldura la temperatura T_1;
BC — comprimare adiabatică;
CD = condensarea fluidului cedând căldura la temperatura T_2;
DA — destinderea adiabatică;
Suprafața $ABCD = Al$ lucrul mecanic necesar a fi dat de compresor;
Surpafața $AEFB = Qrăc$ = căldura absorbită la temperatura T, dela hidrogenerator;
Suprafața $DEFC = Qinc$ = căldura cedată la temperatura T_2 către apa din calorifer.

Diagrama ciclului de lucru al pompei de căldură

Funcționarea acestei instalații se poate caracteriza prin eficacitatea totală a ciclului de răcire și încălzire, exprimând acest coeficient, prin raportul cantităților de căldură întrebuințate la încălzire și răcire, față de lucrul mecanic consumat.

$$\varepsilon = \frac{Q\,inc + Q\,răc}{AL} = \frac{Q\,inc + Q\,răc}{Q\,inc - Q\,răc} = \frac{T_2 + T_1}{T_2 - T_1}$$

Spre exemplu, pentru cazul că apa caldă din calorifer are temperatura $t = 95°$.

$$\varepsilon_{ciclu} = \frac{Q\,inc + Q\,răc}{AL} = \frac{T_2 + T_1}{T_2 - T_1} = 10{,}5$$

unde

$T_1 = 308°$ C este temperatura absolută a corpului în evaporator;

$T_2 = 373°$ C temperatura absolută a corpului lucrativ în condensator, luată cu 5° mai mare, decât temperatura apei calde din rețeaua caloriferului.

Dacă admitem randamentul global al grupului compresor-electromotor egal cu 0,75, atunci randamentul economic al instalației este:

$$\varepsilon_{total} = 0{,}75 \times 10{,}5 = 7{,}9.$$

Deci consumul energiei utile pentru pompa termică este $\frac{100}{7{,}9} = 12{,}7\%$ din consumul necesar, la transformarea directă a energiei electrice în cea termică.

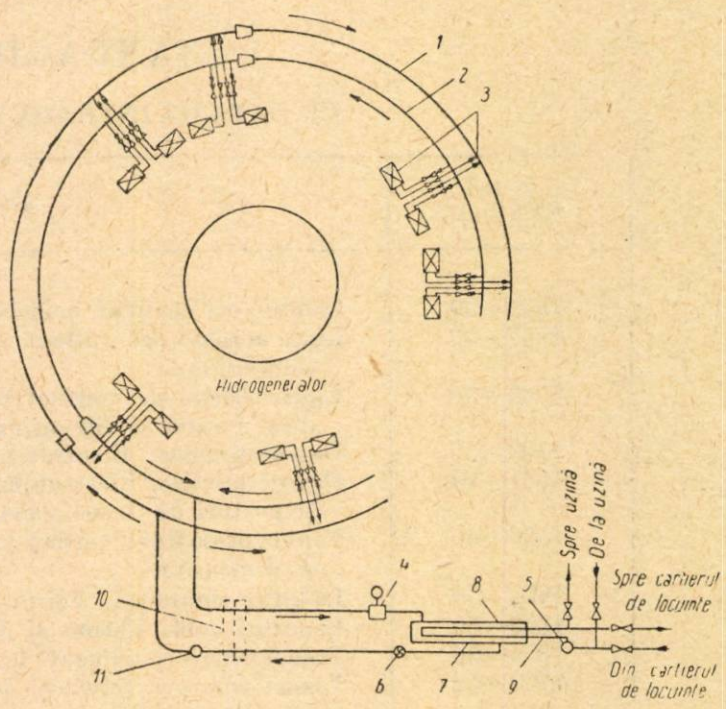


Fig. 2. — *Schema de conexiune a conductelor agregatului «pompa termică».* (Schimbarea instalației este arătată prin linie punctată):

1 — conducta pentru apă rece; ***2*** — conducta pentru apă caldă dela răcitorul de aer; ***3*** — răcitorii de aer (evaporizatorii freonului); ***4*** — compresorul; ***5*** — pompa caloriferului; ***6*** — ventilul de laminare; ***7*** — condensatorul freonului, el și boilerul caloriferului; ***8*** — conducta caldă a caloriferului; ***9*** — conducta de introducerea apei din instalația de calorifer; ***10*** — evaporatorul freonului; ***11*** — pompa pentru circulația apei.

Pentru alte temperaturi mai joase ale apei calde din calorifer, decât cea considerată (95°), randamentul economic total este mai mare, spre exemplu pentru apa caldă a caloriferului $t = 80° — \varepsilon_{total} = 10$; pentru $t = 65°$C $\varepsilon_{total} = 13{,}95$ și pentru $t = 50° — \varepsilon_{total} = 23{,}90$.

Din calculele efectuate de ing. Smirnov, rezultă că la prețul de 0,02 ruble pentru 1 kWh temperatura pentru apa caldă din calorifer este mai economică între valorile de 70° C și 90° C.

La prețurile mai ridicate pentru 1 kWh se preferă temperaturile mai mici ale apei calde, ceea ce se vede din datele numerice indicate mai jos stabilite, prin estimarea prețului de exploatare a caloriferului, la prețurile de 0,02 până la 0,20 ruble pe kWh.

Cele mai avantajoase temperaturi ale apei calde din calorifer vor fi:

90—70° C	pentru	0,02—0,03	ruble 1 kWh
80—55° C	pentru	0,03—0,05	ruble 1 kWh
65—45° C	pentru	0,05—0,10	ruble 1 kWh
50—30° C	peste	0,10	ruble 1 kWh

La efectuarea calculului este necesar a se lua în consideraţie faptul, că la adoptarea temperaturilor mai ridicate pentru apa caldă din calorifer, există o putere caloriferică mai mare a pompei termice. Spre exemplu la o temperatură a apei calde de 95 °C şi 70° C, comparativ cu temperaturile de 50° şi 30° C capacitatea termică a instalaţiei este mai mare cu 8,55% (12,7—4,15=8,55).

Concluzii

La o uzină hidroelectrică cu o putere de 100 000 kW se poate încălzi, prin instalarea pompei termice, cu căldura evacuatădela hidrogeneratori, clădirea uzinei cum şi un cartier de locuit cu un cubaj de 50 000 m³.

Admiţând consumul maximal pentru un locatar din cartierul locuinţelor egal cu 1 kcal/h, atunci în cazul posibilităţii de a se obţine pentru valorile cartierului 1 Mkcal/h, numărul locatarilor deserviţi de calorifere se cifrează la 600 oameni.

Calculele termo-economice arată că, în cazul întrebuinţării pompei termice, comparativ cu funcţionarea în cartier a unei instalaţii de cazane, se va face o economie de 100 000 ruble pe an pentru fiecare megacalorie instalată.

Ing. Vasile Prodan

STANDARDIZARE

STANDARDE DE STAT

CU DATA DE INTRARE IN VIGOARE LA 1.V.1951

N-rul STAS-ului	Denumirea Standardului
1530—50	Conductori electrici neizolaţi. Clasificare.
1567—50	Linii aeriene de contact pentru tramvaie. Cleme de suspensie. Forme şi dimensiuni.
1568—50	Linii aeriene de contact pentru tramvaie. Cleme de prindere şi de înnădire. Formă şi dimensiuni.
1590—50	Desene tehnice. Electrotehnică. Semne convenţionale fundamentale.
1591—50	Desene tehnice. Electrotehnică. Semne convenţionale pentru uzine, staţii şi posturi de transformare.
1596—50	Papuci presaţi sau turnaţi pentru conductori din cupru multifilari. Forme şi dimensiuni.
1652—50	Izolator siguranţă. Forme şi dimensiuni.
1653—50	Izolatori rolă. Forme şi dimensiuni.
1654—50	Transformatori trifazaţi în ulei de 10...420 kVA şi până la 6 kV. Gabarite.
1703—50	Transformatori trifazaţi în ulei până la 1800 kVA şi până la 35 kV. Condiţii tehnice.
1704—50	Transformatori trifazaţi în ulei până la 1800 kVA şi până la 35 kV. Conexiuni şi condiţii de funcţionare în paralel.
1705—50	Poduri rulante electrice. Componentele echipamentului electric.
1746—50	Carton presat pentru izolaţii electrice.
1764—50	Motoare asincrone trifazate până la 100 kW şi până la 500 V. Condiţii tehnice

STANDARDE DE STAT

APROBATE IN IANUARIE ŞI FEBRUARIE 1951

N-rul STAS-ului	Denumirea Standardului
1990—51	Cuie din sârmă de oţel. Cuie de scoabe. Dimensiuni (intră în vigoare la 1.10.1951).
R 1998—51	Prescripţii pentru construirea liniilor de energie electrică. Punerea la pământ a stâlpilor. (Recomandare).
R 1999—51	Linii aeriene de telecomunicaţii pe stâlpi de lemn. Prescripţii pentru calculul mecanic. (Recomandare).

R E C E N Z I I

KUZNEŢOV A. I. : *Tehnica securităţii în instalaţiile electrice G. E. I.* 1950, 342 pp.

Tehnica securităţii muncii este realizată în Uniunea Sovietică cu totul diferit decât în ţările capitaliste. Diferenţa constă în primul rând în nivelul ridicat al desvoltării tehnicei sovietice, ceea ce face ca aparatele şi maşinile să aibă funcţionarea precisă, sigură şi lipsită de accidente. Evitarea accidentelor prin însăşi modul de construire a maşinilor— avându-se în vedere, la proiectare şi realizarea lor, securitatea muncii — caracterizează societatea unde exploatarea omului de către om a fost lichidată. In societatea capitalistă, securitatea muncii este pe planul ultim şi constitue o preocupare numai pentru a nu provoca pagube prea mari capitalistului prin despăgubirile ce ar avea să le plătească dăunaţilor sau familiilor acestora. « Progresul tehnicei şi al ştiinţei înseamnă, în societatea capitalistă, progresul artei de a stoarce sudoarea » (Lenin, « Sistem ştiinţific de a stoarce sudoarea », vol. 16 ed. III, pp 40).

In Uniunea Sovietică, realizările tehnicei măresc productivitatea muncii şi buna stare a muncitorilor, asigurându-le condiţii de securitate deosebită, în timp ce în ţările capitaliste, exploatatorii nu au decât grija profitului cât mai mare.

O legiferare a muncii creată de însăşi muncitorii, a luat fiinţă pentru prima oară în istoria omenirii, în U.R.S.S. Protecţia muncii se află sub controlul organizaţiei de masă a muncitorilor, sub controlul sindicatelor Uniunii Sovietice.

Sistemul economic socialist şi munca sistematică şi permanentă în domeniul protecţiei muncii dusă de Partidul Comunist (bolşevic), de Guvernul U.R.S.S. de sindicate şi de toţi muncitorii, au avut drept urmare o scădere bruscă a accidentelor de muncă în toate sectoarele.

Pentru muncitorii din instalaţiile electrice, tehnica securităţii muncii prezenta dificultăţi deosebite, dat fiind agentul fizic—electricitatea—care producea accidentele.

Avântul luat de electrificare în U.R.S.S. şi punerea populaţiei rurale în contact cu manipulările cerute de electrificare, au creiat nevoia unor măsuri de securitate în domeniul electricităţii şi a popularizării acestor măsuri. In cadrul acestor cerinţe noi legate de electrificare din ce în ce mai avansată, lucrarea pe care o recenzăm prezintă prescripţiile de securitate în instalaţile electrice.

Lucrarea expune, în adevăr, principalele probleme ale securităţii în electricitate, dând o deosebită atenţie condiţiilor de securitate, alegerii şi aprecierii mijloacelor de protecţie precum şi organizării exploatării instalaţiilor electrice în condiţii optime de securitate.

Cartea a fost aprobată de ministerul Invăţământului Superior, ca manual auxiliar pentru studenţii şcolilor superioare energetice şi electrotehnice precum şi pentru şcolile medii tehnice; ea poate fi folosită cu succes de toţi acei ce lucrează la proiectarea, montarea şi exploatarea instalaţiilor electrice.

In primul capitol sunt tratate în linii generale, problemele de tehnică a sucurităţii, indicându-se regulele şi instrucţiunile, care privesc tehnica securităţii, adoptate de diferitele departamente din Uniunea Sovietică. Punând un deosebit accent pe responsabilitatea pe care o are fiecare în tehnica securităţii, autorul ia ca exemplu pe şeful locului de muncă, şi concretizează aceste obligaţii.

Tot în acest capitol, se indică componenţa organelor de supraveghere şi verificare a securităţii. După această privire generală, autorul descrie accidentele provocate de curentul electric, pentru ca în capitolul următor să trateze despre acţiunea curentului asupra corpului omenesc.

Incepând cu expunerea studiilor făcute asupra rezistenţei electrice a corpului omenesc, se arată apoi valoarea curentului nepericulos pentru oameni. După diferite experimentări şi cercetări făcute multă vreme de numeroşi cercetători, autorul expune importanţa frecvenţii în accidentele datorite elecricităţii şi consideră că frecvenţa cea mai primejdioasă este de 50—60 Hz. La această frecvenţă, curentul maxim neprimejdios este de 10 mA pentru curent alternativ şi 50 mA pentru cel continuu. Durata trecerii curentului electric prin corp are o importanţă deosebită şi determină caracterul electrocutării.

Autorul împarte accidentele provocate de curentul electric în două categorii principale: şocul electric, prin care sunt atacate organele interne ale omului şi traumatismele electrice, prin care sunt accidentate părţile exterioare ale corpului; traumatismele electrice au forme de arsuri, semne electrice şi electrometalizarea pielii.

Tot în acest capitol se găseşte şi paragraful foarte interesant şi pe de-a'ntregul nou în literatura de specialitate, privind acţiunea fiziologică a curenţilor de înaltă frecvenţă, acţiune cu totul diferită de cea a curenţilor industriali.

Principiile securităţii în instalaţiile electrice formează obiectul capitolului al treilea. Autorul plecând dela specificul exploatării instalaţiilor electrice, face o clasificare a metodelor de protecţie şi trece în revistă protecţia de contact şi aceea contra trecerii tensiunii pe părţile neconducătoare. Marcarea, semnalizarea şi blocarea sunt studiate pe baza celor mai noi metode de protecţie folosite în Uniunea Sovietică.

O însemnată parte a lucrării, şi anume partea cuprinsă în capitolele IV—X tratează securitatea în electricitate sub aspectele ei teoretice, expunând principiile ştiinţifice ce stau la baza organizării ei. Astfel, se descriu fenomenele ce au loc la scurgerea curentului în pământ şi se calculează tensiunea de atingere şi tensiunea de pas, se analizează securitatea în reţelele cele mai simple, cum sunt cele interioare de luminat şi forţă, se calculează capacitatea în reţelele de curent continuu şi alternativ, pentru a o putea aplica în tehnica securităţii în electricitate.

Importanţa punerii la pământ de protecţie este expusă amplu, precizându-se şi domeniul de utilizare. Se tratează despre condiţiile de funcţionare a prizelor de pământ simple sau multiple şi se dau metode de mărire a conductanţei lor precum şi a măsurării caracteristicelor lor.

Luând astfel cazurile concrete rând pe rând, autorul ajunge şi la trecerea tensiunii înalte în reţeaua de tensiune joasă, fapt pe care-l studiază amănunţit într'un capitol special. Această trecere provoacă cele mai dese accidente, mai ales la transformatorii folosiţi la uneltele şi maşinile electrice, la sculele mobile şi la aparatele de sudură electrică.

Capitolul XI, cuprinde sfăduinţele pentru protecţia oamenilor contra accidentelor provocate de electricitate. Se explică pe larg folosirea diferitelor dispozitive de protecţie, aparate şi instrumente: suporţi izolatori, covoraşe de cauciuc, galoşi şi şoşoni izolanţi, etc. Deasemenea sunt descrise şi sculele folosite pentru a lucra sub tensiune: bare, cleşti izolatori, indicatori de tensiune, etc.

Reţelele de cablu, alegerea traseului şi tipului de cablu, aşezarea lor, punerea la pământ, încercarea izolaţiei şi reparaţiile precum şi reţelele electrice aeriene sunt studiate în capitolele XIII—XIV.

De o amplă descriere se bucură echipamentul electric al întreprinderilor industriale, motoarele industriale, aparatajul de pornire, siguranţele şi automatele folosite în industrie precum şi instalaţiile electrice speciale, condensatorii statici folosiţi în industrie pentru mărirea factorului de putere, instalaţii electrice de sudură, etc.

Echipamentul electric de iluminat face obiectul capitolelor XV—XVI. Se dă o atenţie deosebită duliilor şi prizelor, unde se produc multe accidente.

In capitolul XVII, se tratează despre echipamentul electric al încăperilor periculoase din punct de vedere al exploziei. Se descrie echipamentul special de protecţie în aceste încăperi.

Foarte multe accidente fiind provocate de mânuirea sculelor electrice mobile și a lămpilor de mână, autorul analizează tensiunile-limită pentru aceste dispozitive în funcție de încăperile în care ele sunt întrebuințate. El ajunge la concluzia următoare: pentru încăperile normale tensiunea limitată este de 220 V pentru încăperi periculoase 36 V și pentru cele care sunt foarte periculoase, umede, subsoluri neizolate 12 V. Independent de tensiune, trebue folosite numai lămpi speciale, mobile, ale căror construcție să excludă orice posibilitate de atingere a părților conducătoare de curent.

Indicațiile numeroase și ample din cartea lui Kuznețov permit evitarea multor accidente cauzate în majoritatea cazurilor de neștiința celor în cauză. Ea dovedește încă odată că în U.R.S.S. tehnica securității în electricitate se află la nivelul cel mai ridicat astfel că folosirea electricității produce din ce în ce mai puține accidente. De altfel, se remarcă faptul că chiar în regiunile nou electrificate, accidentele electrice sunt foarte rare, datorită nivelului ridicat al tehnicienilor și prin grija de popularizare a modului de a se evita accidentele.

Importanța subiectului și faptul, că la noi, se cunosc numai fragmentar unele din punctele mai importante din tehnica securității în instalațiile electrice, a determinat Confederația Generală a Muncii din R.P.R. să alcătuiască o monografie cu același subiect ca lucrarea pe care am recenzat-o mai sus.

In adevăr, în lucrarea «Tehnica securității în instalațiile electrice», apărută recent (126 p.) se expun părțile practice ale tehnicei de securitate, folosindu-se o bogată bibliografie sovietică. Inafară de lucrarea lui *Kuznețov*, mai sunt folosite: albumul de desene și placarde de *Corolcova* și *Rozovschi*, intitulat «Tehnica securității în instalațiile electrice»; lucrarea lui *P. I. Linev* «Tehnica securității în construcția de mașini» (capitolul electricitate); cartea lui *N. D. Zolotnițki* «Tehnica securității în construcții» a lui *A. D. Krâlov* «Tehnica securității în textile» (capitolul electricitate, editat de C.G.M.), precum și normele pentru tehnica securității în instalațiile electrice, aprobate de Ministerul Centralelor Electrice și Uniunea Lucrătorilor din Centralele Electrice din U.R.S.S.

Micul manual editat de Confederația Generală a Muncii din R.P.R., ca și cartea lui Kuznețov, sunt de o însemnătate deosebită pentru securitatea muncii într'un sector neobișnuit de dificil, unde primejdiile nu sunt vizibile; aceste lucrări înarmează pe oamenii muncii, pe tehnicieni și pe ingineri cu mijloace de evitare, de prevenire a accidentelor prin electricitate și de salvare a celor electrocutați.

COLECTIVUL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE «*Bobinajele Mașinilor Electrice*». Editura Tehnică 1950, 348 pp.+24 planșe.

Această lucrare a fost întocmită prin îngrijirea tovarășilor ingineri: *V. Bunea* și *I. Morodan.*

Ea se adresează muncitorilor și tehnicienilor, care posedă primele cunoștințe asupra bobinajelor electrice și se bazează atât pe literatura tehnică de specialitate sovietică, cât și pe date rezultate din experiența tinerii noastre industrii electrotehnice.

Materialul este împărțit în 9 capitole și anume: 1) folosirea spațiului de bobinaj al rotorului de curent continuu și al statorului de curent alternativ trifazic; 2) uneltele necesare și folosirea lor la bobinarea indusului; 3) procedee practice folosite în execuția mașinilor electrice; 4) particularități teoretice de natură constructivă și calculul mașinilor de curent continuu (bobinaje în paralel, în serie și în serie-paralel); 5) bobinaje de curent continuu, tipuri speciale; 6) bobinaje variate și rebobinaje; 7) importanța echilibrării statice și dinamice a corpurilor în rotație 8) punerea în funcție și rebobinarea motoarelor mici; 9) norme provizorii pentru construirea și încercarea motoarelor electrice și transformatorilor.

Lucrarea cuprinde 185 figuri și 24 planșe separate, prezentând scheme de bobinaj desfășurate. Problemele sunt tratate detailat, într'un limbaj clar, pe înțelesul tehnicienilor cărora li se adresează și sunt însoțite de scheme.

Modul de alcătuire a manualului reiese din amănuntele următoare:

Ilustrarea prin scheme este bună, pentrucă tehnicienii își pot da seama pe loc de eventualele erori fundamentale ce s'ar putea strecura în timpul operațiunilor.

Capitolul «Procedee folosite la execuția mașinilor electrice», arată foarte clar cum se poate face execuția bobinajelor într'o fabrică mare de mașini electrice, subliniind că mâna de lucru se specializează ajungând la perfecțiune. Locurile de muncă trebue să aibă o bună iluminație și condiții de aerisire optime.

Se trece apoi în revistă lacurile izolante, varietatea și proprietățile lor, care trebue cunoscute de către tehnicianul constructor de mașini.

Se arată importanța unei impregnări în vid, importanța operației de control al izolației la sfârșitul lucrării și se trec în revistă mașinile de curent continuu și trifazice.

In capitolul: «Particularități teoretice de natură constructivă, care trebue știute» se vorbește despre necesitatea cunoașterii de către tehnician a pasului de bobinaj, ale găurilor bobinajului, secțiunii sârmelor unei mașini aduse pentru rebobinare. Se arată apoi cum se calculează pasul de bobinaj și de câte feluri poate fi bobinajul, calcularea pasului de bobinaj fiind o operațiune de bază pentru tehnician.

Capitolul «Bobinaje variate și rebobinare», ne înfățișează toate posibilitățile de bobinare la orice fel de motoare și cum se transformă în motoare de curent continuu. Acest capitol are scheme care ilustrează în mod foarte explicit variația acestei operațiuni la diferite feluri de motoare, ceea ce ușurează mult lucrul tehnicianului. Deasemenea, sunt enumerate condițiile indispensabile pentru o bună pornire a motorului.

Foarte bine desvoltate sunt capitolele privitoare la mașinile de curent continuu (cel privitor la bobinajele de curent alternativ pentru motoare, este chiar prea desvoltat), bobinajele de curent alternativ, tipuri speciale, echilibrajul mașinilor rebobinate și normele provizorii pentru fabricarea și încercarea motoarelor electrice și transformatorilor.

Lucrarea prezintă o lipsă în ceea ce privește desvoltarea necorespunzătoare a problemei bobinajelor generatoarelor de curent alternativ trifazic, problemă de bază în producția electrotehnică; deasemenea materialele izolante, ce se folosesc în mașinile electrice trebue să fie bine cunoscute de muncitorii și tehnicienii care lucrează în domeniul producției de mașini electrice.

O contribuție importantă pe care această lucrare o aduce pentru ridicarea cadrelor noi de muncitori și tehnicieni în sectorul industriei electrotehnice, este transmiterea învățăturii din lucrările clasice sovietice Rascop: «Manualul Bobinatorului» și Costenco: «Mașinile Electrice»; precum și cele 24 planșe, care prezintă desfășurat schemele de bobinaje pentru mașini de curent continuu și mașini de curent alternativ.

Lipsesc însă amănunte privind încercările la care trebue supuse la banc mașinile electrice (generatori, electromotoare și transformatori), atât pentru mașinile noi, cât și pentru mașinile care sunt reparate în atelierele de rebobinaj.

Prima de acest fel în literatura noastră tehnică de specialitate, lucrarea «Bobinajul Mașinilor Electrice» este un îndreptar de mare utilitate pentru tehnicieni și va umple o lipsă foarte mult simțită până acum.

MIC DICȚIONAR TEHNIC — (490 pag. lei 300). — Editura Tehnică.

Planul nostru cincinal și planul de electrificare prevăd considerabile creșteri de producție.

Aceasta înseamnă că în țara noastră vor fi construite numeroase fabrici și uzine noi, iar multe din cele vechi vor fi extinse.

Instalarea și exploatarea noilor utilaje cere tot mai multe cadre tehnice. Uriașul progres tehnic legat de planurile de construire a socialismului în țara noastră, cere tot mai mulți oameni care să stăpânească tehnica.

De cunoştinţe tehnice au nevoie toţi cei ce lucrează în producţie, cei care se pregătesc în scoli pentru aceasta, cei care lucrează în domeniul planificării producţiei, economiştii, precum şi publiciştii care popularizează opera de construire a socialismului.

Uneori, însă, problemele tehnice sunt inaccesibile, de oarece numeroase cuvinte sunt necunoscute celor care se interesează de aceste probleme.

Rolul «Micului Dicţionar Tehnic» este tocmai de a înlesni explicarea terminologiei tehnice pentru cadrele în formare şi pentru ceilalţi oameni ai muncii, care se întâlnesc în munca lor cu limbajul ştiinţific şi tehnic.

In cuprinsul acestui dicţionar sunt explicaţi peste 10.000 termeni din toate domeniile ştiinţei şi tehnicei, precum şi o serie de termeni din toate domeniile ştiinţei şi tehnicei, precum şi o serie de termeni economici şi agricoli.

«Micul Dicţionar Tehnic» nu rezolvă decât în parte problema terminologiei şi a noţiunilor ştiinţifice şi tehnice de bază.

Completarea lui, îmbunătăţirea lui neîncetată este o necesitate mai ales în această perioadă în care industria noastră este în plină desvoltare.

BIBLIOGRAFIE

In Editura Tehnică au apărut următoarele cărţi:

V. F. MITCHIEVICI: *Energia electrică*, Trad. din l. rusă, 320 pag., 350 lei, (1059).

(...) : *Manualul ing. mecanic*. Vol. I, 1112 pag., 2.500 lei (1950).

(...) : *Manualul ing. mecanic*. Vol. II, 971 pag., 2.000 lei (1950).

VINOGRADOV N. V.: *Manualul mecanicului electrician*. Trad. din l. rusă, 216 pag., 240 lei (1950).

DOCŞIŢCAIA A. I. : *Manualul topitorului la cuptoarele electrice*. Trad. din l. rusă. 156 pag., 180 lei (1950).

MURAVIEV K. N. : *Macarale electrice*, Trad. din l. rusă, 220 pag. 200 lei (1950).

M. E. E.: *Bobinajul maşilor electrice*. 348 pag., 400 lei (1950).

SOTIRESCU N. ing. şi CIOCIONICĂ V. ing. : *Electricitatea industrială*. Vol. I, 216 pag., 190 lei (1950).

(...) : *Materiale folosite în electrotehnică*. 80 pag., 175 lei (1950).

(...) : *Aparataj electric*. 200 pag., 180 lei (1950).

M. I. P.: *Electricitate şi electro-tehnică*. Vol. I, 320 pag., 200 lei (1950).

M. E. E. : *Imbinarea conductorilor şi cablurilor de aluminium*. 66 pag., 95 lei (1950).

SOTIRESCU N. ing. şi CIOCIONICĂ V. ing. : *Electricitatea industrială*. Vol. II, 528 pag., 450 lei (1950).

M. I. P. : *Electricitate şi electrotehnică*. Vol. II, 418 pag., 200 lei (1950).

M. E. E.: *Producerea, transportul, distribuţia şi utilizarea energiei electrice*. 198 pag., 200 lei (1950).

M. M. I. C.: *Electricitatea şi aplicaţiile ei*, 408 pag., 150 lei (1950).

M. E. E.: *Ce este Electricitatea şi la ce poate fi întrebuinţată*. 46 pag., 10 lei (1950).

M. E. E. : *Cum putem folosi apele pentru producerea electricităţii*. 32 pag., 8 lei (1950).

M. E. E. : *Regulile amenajării instalaţiilor electrotehnice*. 80 pag., 100 lei (1950).

M. E. E. : *Manual pentru electricieni*. 384 pag., 250 lei (1950).

SMIRNOV : *Fabricarea sculelor de aşchiere prin încărcarea cu arc electric*. Trad. din l. rusă, 120 pag. 120 lei (1950).

M. E. E. : *Hidraulica teoretică şi aplicată*. 376 pag., 600 lei. (1951).

M. E.E . ' *Agenda electricianului*. 152 pag., 60 lei (1951).

M. E. E.: *Memento pentru electricieni*. 528 pag., 550 lei (1951).

A. S. T.: *Lexiconul Tehnic Român* Vol. I, (A C), 952 pag., 3000 lei (1950).

A. S. T.: *Lexiconul Tehnic Român*. Vol II, (D — H). 986 pag., 3.000 lei (1950).

(...) : *Mic Dicţionar Tehnic*. 490 pag., 300 lei (1951).

REVISTA REVISTELOR

«PROMIŞLENAIA ENERGETIKA»
(Energia Industrială)
Nr. 1, Ianuarie 1951

Sumar

Cele mai importante documente de directive pentru energetica industrială.

Haribonov A. M., Transformarea electromotoarelor obişnuite cu circuitul în scurt, în motoare de mare viteză.

Galitovschi L. I., *Cebijenco I. D.*, Experimentarea impregnării cu lacuri izolatoare a conductorilor de bobinaj, în procesul fabricării lor.

Cerniac L. I. şi *Cepijenco I. D.*, Despre un caz de determinarea locului de scurtcircuit a spirelor la bobinele de excitaţie ale generatoarilor sincroni.

Răspunsurile cititorilor

Beider A. A., Cu privire la articolul inginerului A. I. Fürstenberg «Despre aparatul pentru măsurarea umidităţii izolaţiei» («Energetica industrială» Nr. 2, 1950).

Prin fabricile conductoare.

Consultaţii

Despre posibilitatea admiterii izolatorilor de tipul S S-6 pe stâlpi de lemn cu suporţi drepţi puşi la pământ sau pe stâlpi metalici, la tensiunea de 6 kV.

Despre punerea la pământ a instalaţiilor de distribuţie şi a substaţiilor cu tensiuni peste 1000 V.

Noua literatură privind energetica industrială.

M.E.E. „Materiale folosite în electrotehnică"

178 pag.
Lei 175

Din conţinutul acestei lucrări complectată cu tabele, scheme şi fotografii, tehnicienii şi muncitorii din industria electrotehnică vor putea dobândi noi cunoştinţe în ridicarea nivelului lor profesional.

Editura Tehnică

DIN ACTIVITATEA A.S.T.

Munca Asociației Științifice a Tehnicienilor în toate unitățile sale: Secțiile de specialitate, Filialele și Subfilialele, se duce în mod organizat pe baza unui plan întocmit de Consiliul Central.

Consiliul Central sprijină activitatea filialelor și subfilialelor prin difuzarea de material documentar ales din tehnica înaintată sovietică, sau prin instrucțiuni și îndreptare tehnice, întocmite de tehnicienii noștri specialiști.

Coordonarea și îndrumarea întregii activități a unităților A.S.T. în legătură cu problemele de electrificare, se face prin Colectivul de Electrificare din cadrul Consiliului Central.

Planul de muncă A.S.T. prevede mobilizarea tehnicienilor și inginerilor pentru sprijinirea lucrărilor de electrificare rurală. Filialele au primit instrucțiuni de modul în care trebue să se desfășoare sprijinirea Sfaturilor Populare în acțiunea de electrificare rurală. Incadrarea colectivelor de electrificare de pe lângă Sfaturile Populare cu tehnicieni și ingineri mobilizați pe linie de A.S.T. și însuflețiți de avântul patriotic al clasei muncitoare, este menită să asigure succesul acțiunii de valorificare a resurselor locale pentru electrificarea rurală.

O primă etapă în această lucrare o constitue acțiunea dusă pe teren pentru descoperirea și inventarierea resurselor de materiale și utilaj ce ar putea fi folosite în electrificarea rurală. Completarea atentă a fișelor de inventariere trimise de Consiliul Central, este o sarcină centrală a filialelor și subfilialelor și realizarea ei trebue urmărită în permanență.

După ce s'a luat legătură cu Sfaturile Populare împreună cu care s'au stabilit programe concrete de lucru, filialele au trecut la executarea lucrărilor pe teren. Demnă de remarcat este activitatea desfășurată de filiala Prahova. Pe baza unui plan concret de lucru fixat pe zile și localități, tehnicienii și inginerii au format colective care s'au deplasat Duminica pe teren. Filiala a recomandat de asemenea tehnicieni care vor încadra colectivele de electrificare ale Sfaturilor Populare. In urma studierii Planului de Electrificare al Regiunii Prahova, filiala și-a luat angajamentul de a contribui în mod eficace la electrificarea a 12 comune.

Filialele Botoșani, Bacău, Orașul Stalin, subfiliala Târgoviște, au constituit deasemenea colective pentru inventarierea materialelor și utilajului disponibil și pentru studierea posibilităților de electrificare prin mijloace locale.

Subfiliala Piatra Neamț a delegat 24 tehnicieni pentru vizitarea a 17 comune și ține o legătură permanentă cu Sfatul Popular Raional.

Insă nu toate filialele au dat atenția cuvenită planului de lucru și instrucțiunilor trimise de Consiliul Central A.S.T. Filialele Iași și Galați de pildă au interpretat în mod greșit aceste instrucțiuni, au întârziat lucrările, așteptând fonduri pentru deplasarea comisiunilor pe teren. La alte filiale acțiunea a început târziu și din cauza neprimirii la timp a instrucțiunilor de către Sfaturile Populare.

Se constată deasemenea că unele filiale nu au întreprins acțiunea de descoperire a resurselor locale de materiale și utilaj în toată regiunea, ci se preocupă în special de localitățile prevăzute în Plan a se electrifica.

In alte locuri, filialele și-au îndreptat atenția în mod special fie asupra descoperirii resurselor de utilaj și materiale din întreprinderile industriale, fie asupra celor aflate la sate, în loc să se ocupe atât de cele ce se găsesc la sate cât și cele aflate în întreprinderile industriale.

Pentru popularizarea Planului de Electrificare, s'au ținut conferințe la filialele: București Iași, Constanța, Timișoara, Orașul Stalin, Cluj, Sibiu, Dorohoi, Bârlad și altele.

Unele Filiale ca Orașul Stalin, Botoșani, Cluj, Galați, Buzău, au desbătut concret, prin conferințe și discuțiile ce au urmat acestor conferințe, problemele electrificării regiunilor respective. Subfiliala Târgoviște a inițiat o consfătuire cu tehnicienii electricieni la care s'au discutat problemele de electrificare locală. La Galați, Vaslui, Bârlad și Orașul Stalin s'au organizat conferințe de popularizare a Planului de Electrificare în colaborare cu S.R.S.C. La filialele Prahova, Cluj, Timișoara, Constanța, s'au mobilizat tehnicieni care au prelucrat în regiune, Planul de Electrificare și probleme de electrificare locală.

Paralel, resoartele de electrificare dela filiale au luat în studiu și probleme tehnice legate de Planul de Electrificare sau de planul de producție.

In acest sens o activitate deosebită s'a desfășurat de resortul de electricitate al filialei Timișoara. Dintre studiile întreprinse cităm:

— Studiu pe teren pentru raționalizarea consumului de energie electrică.

— Incercarea completă a motoarelor electrice din fabrică.

— Puterea motoarelor electrice pentru acționarea mașinilor unelte care utilizează metode de tăiere rapidă.

— Automatizarea conectării surselor de rezervă.

Filiala Timișoara a desfășurat o rodnică activitate și în acțiunea de ridicare a nivelului profesional, atât prin lecțiile ținute la cursurile de calificare și perfecționare profesională, cât și prin trimiterea unui important număr de articole pentru publicare în Gazeta Tehnicianului. Este un exemplu care trebue urmat și de alte filiale.

Problema raționalizării consumului de energie electrică prin aplatizarea curbei de sarcină a preocupat și filialele Tecuci și Sibiu. La Sibiu s'a trecut chiar la rezolvarea acestei probleme, ceeace a permis furnizarea unei puteri suplimentare de 1000 kW, devenită absolut necesară datorită desvoltării industriale a regiunii.

Resortul de electricitate din filiala Iași a studiat problema coroziunii cablelor subterane și a contribuit la rezolvarea unor probleme tehnice locale ca: transformarea a două aparate de măsură pentru uzina electrică a orașului sau repararea unui redresor cu vapori de mercur.

Cu sprijinul filialei București s'a introdus de către tehnicienii Comitetului de Radio și Radioficare, metoda sovietică de măsurare a coeficienților de absorbție a materialelor prin metoda reverberației bazată pe excitarea încăperilor prin mai multe difuzoare și efectul Schrott.

In cadrul acțiunii de sprijinire a inovatorilor, filiala Sibiu a inițiat o consfătuire a inovatorilor și raționalizatorilor din regiunea Sibiu, cu participarea delegaților Regionalei de Partid, ai Consiliului Sindical Regional și ARLUS.

Cu această ocazie s'a făcut prezentarea unor importante inovații, din care în sectorul electricității amintim realizarea unui releu trifazic pentru protecția motoarelor electrice și a unui dispozitiv pentru schimbarea sub tensiune a paratonerelor de pe liniile de înaltă tensiune, fără întreruperea alimentării.

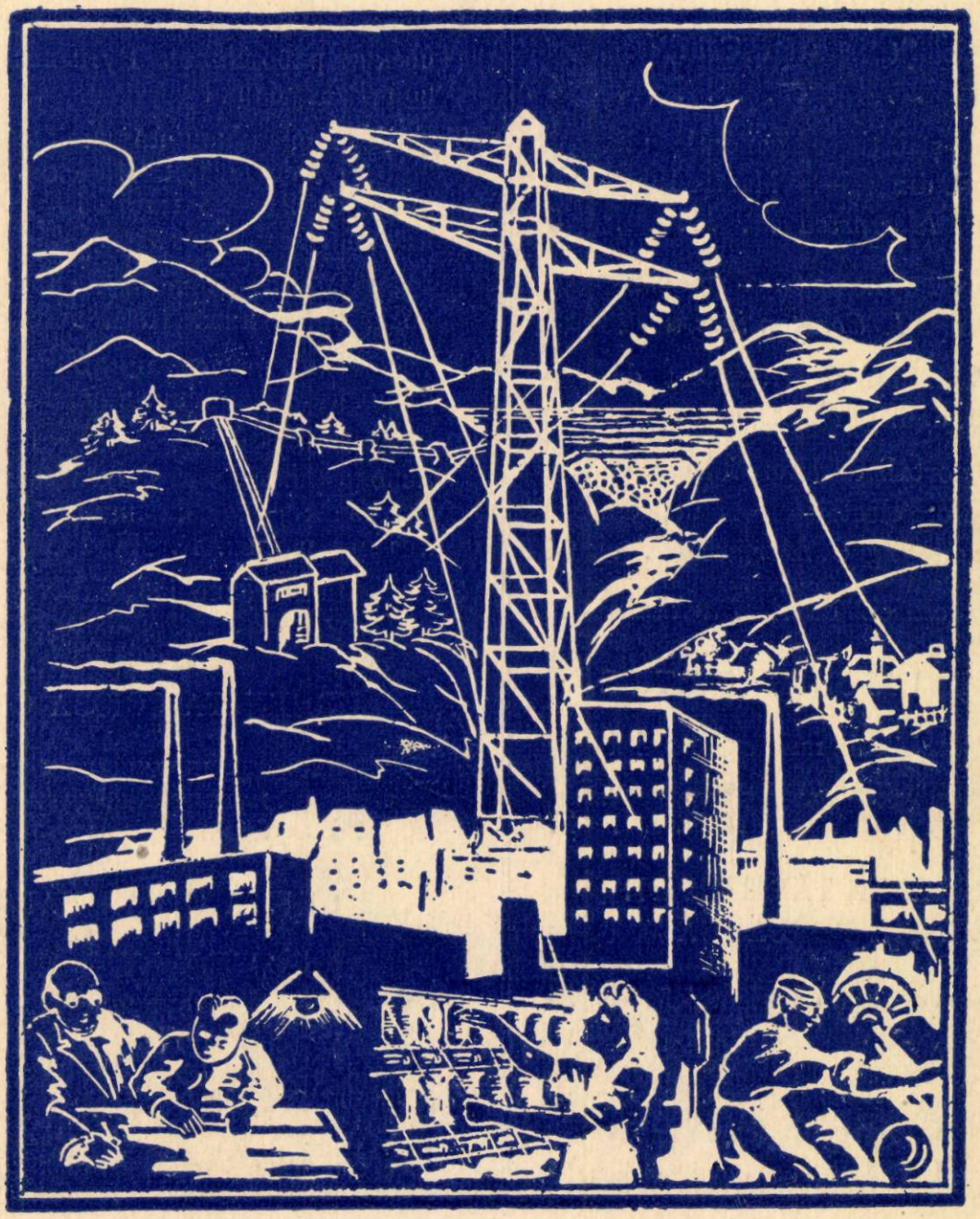
Prin sprijinirea lucrărilor de electrificare, prin studierea și rezolvarea problemelor tehnice legate de acestea, prin introducerea metodelor sovietice, prin inovații și raționalizării, tehnicienii și inginerii dau, prin A.S.T., o nouă contribuție la lupta pentru realizarea Planului, la lupta pentru Pace.

E 1427

ELECTRICITATEA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ȘI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

KÖZPONTI TECHNOLÓGIAI KÖNYVTÁR



5

EDITURA TEHNICĂ
1951

ANUL II
Nr. 5

ELECTRICITATEA

MAI
1951

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ŞI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

Apare lunar sub îngrijirea unui comitet de redacţie

Redacţia Bucureşti * Str. Thomas Masaryk Nr. 17 * Telefon 1.26.15

SUMARUL

Pag.

Glorioasa aniversare a 30 de ani de luptă a Partidului, de *D. Simulescu*, Ministru-adjunct, Ministerul Energiei Electrice și Industriei Electrotehnice 1

Congresul Asociației Științifice a Tehnicienilor din R.P.R. 4

Lucrările sesiunii științifice generale ale Academiei R.P.R. din 21—25 Martie 1951, de prof. ing. *M. Marinescu* 5

Vectorul lui Umov-Poynting în curent continu, de prof. ing. *I. Constantinescu* . 8

Calculul grafic al liniilor de transport de energie electrică, de ing. *N. Stoenescu* . . 10

Calculul stâlpilor portali de lemn folosiți la construcția liniilor electrice aeriene, de ing. *P. Militaru* și ing. *C. Marinescu* . . 14

Condensatori electrolitici, de *A. Davidescu* 20

DIN EXPERIENŢA UNIUNII SOVIETICE

Alegerea întrefierului cel mai convenabil în circuitul magnetic al unei bobine, de *D. B. Golubev* 27

DIN EXPERIENŢA ŢĂRILOR DE DEMOCRAŢIE POPULARĂ

Telecomandă și servocomandă electrică . 31

NOTE

Desvoltarea surselor electrochimice de energie electrică în U.R.S.S., de conf. ing. *L. Fihman* 35

RECENZII 38

REVISTA REVISTELOR . . . 39

DIN ACTIVITATEA A.S.T. . . . 40

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Славная годовщина 30 лет борьбы Партии, Д. Симулеску, заместитель министра Министерства Электрической Энергии и Электротехнической Промышленности 1

Конгресс Научного Объединения технических работников Румынской Народной Республики 4

Труды генеральной научной сессии Академии Румынской Народной Республики, от 21—25 марта 1951 года, проф. инж. М. Маринеску 5

Вектор Умова-Пойнтинга в постоянном токе, проф. инж. И. Константинеску 8

Графический расчет линий передачи электрической энергии, инж. Н. Стоенеску 10

Расчет П-образных деревянных столбов, используемых в строительстве воздушных электрических линий, инж. П. Милитару и инж. К. Маринеску 14

Электролитические конденсаторы, А. Давидеску 20

ИЗ ОПЫТА СОЮЗА ССР

Выбор самого подходящего и воздушного зазора в магнитной цепи катушки, Д. Б. Голубев 27

ИЗ ОПЫТА СТРАН НАРОДНОЙ ДЕМОКРАТИИ

Электрическое телеуправление и сервопривод 31

ЗАМЕТКИ

Развитие электрохимических источников электрической энергии в Союзе ССР., лект. инж. Л. Фихман 35

РЕЦЕНЗИИ 38

ОБЗОР ЖУРНАЛОВ 39

ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ А.С.Т. . 40

KÖZPONTI TECHNOLÓGIAI KÖNYVTÁR

GLORIOASA ANIVERSARE A 30 ANI DE LUPTĂ A PARTIDULUI

de *D. SIMULESCU*
Ministru adjunct
Ministerul Energiei Electrice și Industriei Electrotehnice

La 8 Mai 1951, întreg poporul muncitor sărbătorește a 30-a aniversare a Partidului, detașamentul de avantgardă al clasei muncitoare din țara noastră. Partid de tip nou, făurit pe baza principiilor ideologice, organizatorice și politice marxist-leniniste, după exemplul gloriosului Partid Comunist (bolșevic) al Uniunii Sovietice, Partidul Comunist din România a organizat și a condus lupta, atât contra exploatării burghezo-moșierești cât și împotriva curentelor oportuniste trădătoare din rândul clasei muncitoare, începând chiar din primele zile ale înființării sale.

Ziua de 8 Mai este întâmpinată printr'o largă desfășurare a întrecerilor socialiste de către muncitorii din uzine, din fabrici și de pe șantiere, care răspund cu entusiasm la chemarea patriotică a colectivelor fruntașe dela Combinatul Metalurgic « Sovrommetal »-Reșița și Uzinele « Steagul Roșu » —Orașul Stalin. Insuflețiți de însemnătatea marei aniversări, muncitorii și-au afirmat hotărîrea de a îndeplini Planul pe anul 1951 cu mult înainte de termen, de a realiza—prin mobilizarea resurselor interne ale întreprinderilor —economii cât mai mari, de a aplica și extinde metodele sovietice de lucru, pentru mărirea productivității muncii și ridicarea nivelului material și cultural al celor cemuncesc.

Tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej

* * *

Partidul Comunist din România, care în anii grei de prigoană, asuprire și exploatare, a dus o luptă eroică pentru scuturarea jugului burghezo-moșieresc din țara noastră și împotriva denaturării marxismului de către oportuniști, a fost înființat într'o epocă de mari frământări.

Sub influența puternică a Marei Revoluții Socialiste din Octomvrie, mișcarea muncitorească din țara noastră s'a maturizat simțitor.

Elementele revoluționare din vechiul partid socialist, închegate în grupuri comuniste, au început să activeze încă din anul 1918, organizând și mobilizând muncitorimea la luptă împotriva exploatării capitaliste. Comuniștii au început a lupta totodată și pentru alungarea din Partid a elementelor trădătoare, legate de burghezie, pentru a da clasei muncitoare o conducere revoluționară care să ducă lupta hotărît împotriva jugului burghezo-moșieresc.

Elementele înaintate din mișcarea muncitorească erau conștiente de faptul că în epoca imperialismului are loc o înăsprire a exploatării muncitorimii și o ascuțire a luptei de clasă. In aceste condiții, proletariatul nu mai putea fi condus de un partid social democrat obișnuit, educat în spiritul armoniei între clase, care se târăște în coada maselor, un partid oportunist ce se teme de revoluție, ci trebue să fie condus de un partid revoluționar al proletariatului, intransigent față de conciliatori și capitulanți, revoluționar față de burghezie și de puterea ei de Stat, un partid capabil să conducă proletariatul la lupta pentru răsturnarea puterii moșierilor și a capitaliștilor din țara noastră.

După represiunea sângeroasă din 13 Decemvrie 1918 și după greva generală din 1920, clasa muncitoare din țara noastră a verificat prin propria sa experiență nevoia unui partid marxist-leninist, avangardă a clasei muncitoare și a înțeles că singurul ei drum spre victorie este cel deschis de Partidul Comunist (bolșevic), care se călea în focul luptelor contra dușmanilor din afară și a celor dinăuntru ai Țării Sovietelor.

In timp ce conducerea trădătoare a partidului social-democrat în frunte cu trădătorii Mirescu și Fluieraș, lachei ai burgheziei, se târau după partidele reacționare, Partidul Comunist din România, demascând atitudinea trădătoare a

acestora în timpul grevei generale, chema la luptă revoluționară clasa muncitoare apărând interesele vitale ale maselor asuprite.

Crearea partidului de tip nou este pregătită prin munca intensă, pe care o duc grupurile comuniste în preajma Congresului convocat pentru ziua de 8 Mai 1921. Congresul a votat, cu o majoritate sdrobitoare, înființarea Partidului Comunist din România, afilierea lui la Internaționala a III-a Comunistă și a alungat din Partid elementele dușmănoase; acest eveniment de o însemnătate considerabilă în istoria clasei muncitoare și a poporului nostru, a însemnat victoria leninismului în sânul vechiului Partid Socialist. Acesta a fost primul Congres al Partidului nostru.

Dela primii săi pași, făcuți în arena luptelor politice, Partidul s'a impus ca o forță politică revoluționară, producând o deplasare sensibilă în desfășurarea vieții politice a țării. El a luat cu fermitate și cu consecvență revoluționară conducerea luptei clasei muncitoare împotriva exploatării și a asupririi naționale.

Statutul Partidului a fost întocmit la Congresul al II-lea, care a avut loc la Ploești, în anul 1922.

Infruntând teroarea guvernanților de atunci, agenți ai imperialismului anglo-franco-american, Partidul Comunist a desfășurat o luptă dârză de demascare a « politicii economice » a burghezo-moșierimii, arătând că trecerea economiei țării în mâinile capitaliștilor străini, și în special americani, care au pus stăpânire pe telefoane, petrol și alte surse de venituri, a fost un act de trădare a intereselor țării și a independenței ei de către burghezo-moșierime.

Impotriva politicii de exploatare colonială, dusă de imperialiști în țara noastră, Partidul Comunist din România s'a ridicat cu toată hotărîrea, din primele zile ale închegării sale.

Dar reacționarii care cârmuiau țara, regrupându-și forțele, după primul val de lupte revoluționare, și-au îndreptat toată furia împotriva Partidului. Guvernul brătienist declară Partidul Comunist în afara legilor țării. Din această cauză, Partidul este nevoit să intre, în anul 1924, în ilegalitate și în aceste condiții grele să organizeze lupta conspirativă contra burghezo-moșierimii din țara noastră.

Călăuzindu-se după exemplul strălucit al lui Lenin și Stalin, Partidul continuă, după cum a spus tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej... « *să fie de fapt mobilizatorul, organizatorul și conducătorul luptei de emancipare a muncitorilor, țăranilor și intelectualilor* ».

In epoca dintre Congresul al III-lea (1924) și Congresul al IV-lea (1928), Partidul își continuă lupta și-și întărește activitatea atât la orașe cât și la sate. Sub conducerea Partidului Comunist, se desfășoară marile greve muncitorești din Valea Mureșului, Arad, Oradea, București, Valea Jiului, precum și răscoalele țărănești (răscoala celor 4000 țărani din Tatar-Bunar). Partidul Comunist lupta pentru a uni mișcările muncitorești cu răscoalele țărănești și a cimenta necontenit alianța dintre clasa muncitoare și țărănimea muncitoare.

In epoca de luptă, care precede Congresul al V-lea al P.C.R., la 15 August 1931, apare în ilegalitate primul număr din ziarul « Scânteia ».

Congresul al V-lea (1932) a însemnat o cotitură în viața Partidului și în desvoltarea ulterioară a luptei de eliberare a poporului muncitor din țara noastră. Acest Congres a luat poziție față de problemele fundamentale de partid. Congresul a fixat linia strategică și tactică a Partidului pentru desăvârșirea revoluției burghezo-democratice și a reprezentat o cotitură hotărîtoare în lupta pentru realizarea alianței dintre clasa muncitoare și țărănimea muncitoare. Congresul a fixat ca sarcină de bază lupta împotriva asupririi naționale, a analizat desvoltarea relațiilor dintre România și U.R.S.S. și a acordat o atenție deosebită muncii Partidului în rândurile tineretului precum și muncii sindicale.

Justețea liniei trasate la acest congres, s'a verificat începând chiar cu evenimentele din Ianuarie și Februarie 1933.

Sub conducerea Partidului Comunist, muncitorimea a înscris, prin grevele dela Grivița și din Valea Prahovei, una din cele mai glorioase pagini din istoria clasei muncitoare din țara noastră. Aceste lupte au însemnat o manifestare a voinței de luptă a poporului pentru libertate și contra fascismului. Ele au fost primele acțiuni puternice contra fascismului, duse în epoca, în care hitlerismul tocmai se instalase la putere, în Germania.

Lipsa unui front unic muncitoresc, ca urmare a politicii trădătoare a vârfurilor social-democrate, lipsa frontului popular antifascist, precum și dictatura regală, carlistă grăbesc procesul de fascizare a țării, căderea României în ghiarele hitlerismului și târîrea ei în războiul criminal împotriva Uniunii Sovietice, de către Antonescu sprijinit de către așa numitele « partide istorice ».

« *In această situație*, —spune tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej, —*sarcina istorică a Partidului nostru a fost mobilizarea tuturor patrioților pentru lupta de eliberare națională de sub jugul hitlerist, pentru dărâmarea regimului antonescian, pentru încetarea războiului împotriva Uniunii Sovietice și încadrarea României în lupta popoarelor iubitoare de libertate, împotriva fascismului* ».

Victoriile istorice ale glorioasei Armate Sovietice în cel de al doilea război mondial, împotriva cotropitorilor fasciști, au creat condiții favorabile pentru desfășurarea cu succes a luptei conduse de Partidul Comunist din România. La 1 Mai 1944, se încheagă Frontul Unic Muncitoresc, de jos în sus, expresie a unității de acțiune a clasei muncitoare.

Conducerea Partidului nostru, cu toată teroarea deslănțuită de călăii antonescieni, slugi ale fascismului german, împotriva clasei muncitoare și a Partidului său de avangardă, din zidurile negre ale închisorilor și lagărelor, a organizat și condus lupta de eliberare națională a poporului

de sub jugul hitlerismului, pregătind din timp, lovitura dela 23 August.

Tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej evadează în noaptea de 9—10 August 1944 din lagărul Tg. Jiu și ia direct conducerea luptei forțelor patriotice și democratice din țară. După o temeinică pregătire a acțiunii militare, Partidul nostru înfăptuește actul dela 23 August 1944, condițiunile fiind create de înaintarea victorioasă a Armatei Sovietice.

* * *

După 21 ani dela intrarea în ilegalitate, la 16 Octomvrie 1945, se deschide Conferința Națională a Partidului. S'au pus atunci, în fața Partidului și a reprezentanților săi din guvern, probleme grele și de mare răspundere, care cereau o rezolvare imediată și anume: refacerea industriei și a transporturilor, realizarea reformei agrare, lichidarea haosului economic și a foametei, urmări ale războiului și secetei, lupta împotriva sabotajului capitaliștilor și a comploturilor organizate de serviciile de spionaj imperialiste anglo-americane.

Raportul politic al Comitetului Central al Partidului Comunist Român, prezentat Conferinței Naționale din 1945 de către tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej, este un document istoric, de mare importanță.

Raportul analizează situația internațională. După un rechizitoriu al regimurilor trecute, face un bilanț al perioadei 23 August 1944 —6 Martie 1945, examinează analitic situația economică și financiară a României și, în concluzie, arată care sunt sarcinile imediate și de perspectivă ale Partidului.

La Conferința Națională din 1945, Partidul a înscris, printre obiectivele sale de perspectivă, electrificarea țării, cercetarea științifică și valorificarea bogățiilor ei naturale, realizarea unor mari lucrări de irigații, asanări și creșterea suprafeței terenurilor cultivabile, obiective pe care le vedem azi în curs de înfăptuire.

« *Prin crearea unei rețele de centrale hidroelectrice*, spunea raportul tovarășului Gh. Gheorghiu-Dej, *se va putea purcede la electrificarea căilor ferate și întrebuințarea masivă a energiei electrice în desvoltarea tuturor industriilor noastre. Deasemenea, prin extinderea rețelei de curent electric, se va putea introduce lumina și forța electrică până la cel mai îndepărtat cătun al țării, ridicându-se astfel, nivelul de viață și de cultură al plugărimii noastre. Utilizând acest nesecat isvor de energie —cărbunele alb —vom putea face economii considerabile în rezervele noastre de petrol și cărbune* ».

In raportul său la Planul de Electrificare a țării noastre, tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej arată că... « *în cei cinci ani care s'au scurs dela Conferința Națională, toate aceste sarcini privind reconstrucția țării au fost nu numai îndeplinite, dar cu mult depășite, datorită muncii pline de avânt patriotic a poporului muncitor în frunte cu clasa muncitoare și datorită ajutorului frățesc pe care l-am primit din partea Uniunii Sovietice. Aceasta arată cu prisosință că între vorbele și faptele Partidului nostru există o concordanță deplină și ne dă dreptul să afirmăm cu toată convingerea că și mărețele sarcini ce ne propunem vor fi duse la bun sfârșit* ».

Reforma agrară, stabilizarea monetară, naționalizarea principalelor mijloace de producție, reorganizarea pe noi baze a armatei, justiției și a învățământului, alungarea monarhiei, constituția cu adevărat democratică etc., precum și realizarea și depășirea primelor două planuri anuale, care au deschis calea spre Planul Cincinal și Planul de Electrificare, sunt mărturii puternice ale realizărilor Partidului de avantgardă a clasei muncitoare, sunt etape ale procesului de făurire, prin lupta poporului muncitor, a unui regim de democrație populară în țara noastră.

* * *

Dela întemeierea sa, Partidul Comunist a legat lupta clasei muncitoare pentru cucerirea puterii, de lupta pentru știință și cultură.

In adâncă ilegalitate, în condițiile grele ale persecuției și teroarei, Partidul a pregătit cadre hotărîte de luptători capabili să înțeleagă mersul evenimentelor, să conducă masele în luptă. In aceste condiții, au fost educați cei mai buni fii ai poporului muncitor. Inchisorile dela Doftana și Mislea au devenit adevărate universități comuniste organizate de tovarășii Gh. Gheorghiu-Dej, Ana Pauker, Vasile Luca și Teohari Georgescu.

Călăuzit de învățătura marxist-leninist-stalinistă precum și de experiența glorioasă a Partidului Comunist (bolșevic) al U.R.S.S., Partidul nostru și-a înscris în program problemele de educație a tineretului, de pregătire de cadre, de cultură pentru mase.

Prin organizațiile revoluționare ale tineretului comunist (U.T.C.), Partidul a dus o muncă susținută de lămurire și organizare a tineretului. In anul 1933, studenții din Cluj s'au alăturat în masă, luptei muncitorilor din fabrici, ieșind în stradă pentru susținerea grevei ceferiștilor. Sub conducerea Partidului, U.T.C. și sindicatele revoluționare au fost adevărate școli de educație comunistă a cadrelor muncitorești.

Astăzi tineretul nostru crește sub grija permanentă a Partidului, în spiritul muncii creatoare și a luptei pentru socialism, pentru pace, pentru fericirea Patriei noastre dragi. Uniunea Tineretului Muncitor merge, sub conducerea Partidului, pe calea glorioasă a Comsomolului leninist-stalinist, educând sute de mii de constructori ai socialismului.

Atunci când clasa muncitoare, în frunte cu Partidul ei, a devenit forța conducătoare în țara noastră, ea a deschis larg drumul cuceririi de către mase a tehnicii, culturii și științei. Sub conducerea Partidului se desfășoară acum în țara noastră o mare revoluție culturală. Se realizează azi, metodic și hotărât, lichidarea

neştiinţei de carte şi se răspândeşte cultura în popor. Şcolile medii şi superioare pregătesc cadrele tehnice de specialitate necesare industrializării şi electrificării ţării, îngrijirii ei sanitare şi educării maselor, cadre noi necesare construirii socialismului.

In procesul de desvoltare a ţării noastre, pe calea socialismului, un loc de frunte îl ocupă înflorirea ştiinţei şi a tehnicei. Academia R.P.R. a devenit o instituţie care concentrează forţele ştiinţifice creatoare din ţara noastră. Mulţi din fruntaşii ştiinţei noastre sunt azi laureaţi ai Premiului de Stat.

* * *

A 30-a aniversare a Partidului găseşte Patria noastră cu uzine şi fabrici noi, cu cele vechi în plină extindere, cu şantierul uriaş al Canalului Dunărea-Marea Neagră şi cu şantierul marelui combinat poligrafic «Casa Scânteii» în plină desfăşurare, cu marile şantiere ale electrificării V. I. Lenin-Bicaz, Doiceşti, Moroieni, cu transformarea socialistă a agriculturii în curs şi cu transporturile pe cale de electrificare. Ţara păşeşte azi, sub conducerea Partidului, pe calea înfloririi repezi a economiei şi a culturii sale, pe calea construirii paşnice a bazelor socialismului.

«*Planul de Electrificare a ţării* —spune tovarăşul Gh. Gheorghiu-Dej —*şi de folosire a apelor exprimă marea voinţă de pace a poporului nostru. Dornic să construiască o viaţă nouă, pe temelii noi, poporul nostru are nevoie de pace. Măreţele lucrări, pe care el le întreprinde, demonstrează încrederea sa fierbinte în victoria forţelor păcii asupra forţelor războiului. Oamenii muncii din ţara noastră socot că forţele păcii sunt şi vor fi atât de puternice, încât chiar dacă imperialiştii americani ar încerca să pună în aplicare planurile lor criminale, aceste forţe vor fi în stare să paralizeze din faşă mişcările lor şi să-i împiedice a pricinui omenirii distrugeri catastrofale*».

Entuziasmul patriotic, cu care oamenii muncii întâmpină ziua de 8 Mai arată cât de mândri sunt de Partidul clasei muncitoare, de drumul glorios străbătut de el în timp de 30 ani, dela luptele eroicelor grupuri comuniste şi până la puternicul Partid care conduce cu mână fermă măreaţa operă a construcţiei socialiste, de cei 30 ani de luptă ai Partidului pentru socialism, pentru Pace, pentru fericirea Patriei noastre, Republica Populară Română.

Congresul Asociaţiei Ştiinţifice a Tehnicienilor din R.P.R.

CONSILIUL CENTRAL A. S. T. COMUNICĂ :

Pentru zilele de 27-28-29 şi 30 Mai a.c., se convoacă la Bucureşti Congresul Asociaţiei Ştiinţifice a Tehnicienilor din R.P.R.

Comitetele cercurilor A. S. T. din intreprinderi vor convoca adunările generale ale membrilor asociaţiei în care se vor alege comitetele cercurilor şi delegaţii pentru conferinţele subfilialelor.

Conferinţele subfilialelor vor alege comitetele lor şi delegaţii la conferinţele filialelor.

Conferinţele filialelor A. S. T. vor alege comitetele de filiale şi delegaţii la Congresul A. S. T.

Vor fi aleşi ca delegaţi la Congres ingineri şi tehnicieni fruntaşi în producţie precum şi muncitori inovatori şi maiştri care prin realizările lor au dovedit o reală preocupare pentru progresul tehnicei.

Lucrările Congresului trebue să constitue punctul de plecare pentru înfăptuirea unei cotituri hotărîtoare în desvoltarea activităţii Asociaţiei Stiinţifice a Tehnicienilor, care trebue să devină un factor de puternică mobilizare a inginerilor, tehnicienilor, inovatorilor şi fruntaşilor în producţie, la munca de însuşire a tehnicei şi în primul rând a tehnicei sovietice, la lupta pentru îndeplinirea cu succes a Planului Cincinal şi a Planului de Electrificare, la lupta pentru apărarea păcii.

LUCRĂRILE SESIUNII GENERALE ŞTIINŢIFICE ALE ACADEMIEI R.P.R., DIN 21—25 MARTIE 1951

PROGRESUL ŞTIINŢELOR TEHNICE IN R.P.R.

de *prof. ing. M. MARINESCU*
membru coresp. al Academiei R.P.R.

Lucrările sesiunii generale ştiinţifice a Academiei R.P.R., din 21—25 Martie 1951, constitue o cotitură hotărîtoare pentru realizarea în ţară a unităţii indisolubile dintre ştiinţă şi practică.

Comunicările şi discuţiile care au avut loc în cadrul acestei sesiuni, au scos în evidenţă faptul că oamenii de ştiinţă şi tehnicienii noştri îşi îndreaptă tot mai mult activitatea lor spre rezolvarea problemelor legate de construirea bazei economice a socialismului în R.P.R.

In programul lucrărilor acestei sesiuni au figurat:

1. Rapoartele asupra lucrărilor tovarăşului Stalin cu privire la linguistică şi problemele muncii ştiinţifice în R.P.R., prezentate de acad. prof. Traian Săvulescu, preşedintele Academiei R.P.R., acad. prof. Emil Petrovici, director al Institutului de lingvistică din Cluj, acad. Marc Borisovici Mitin, membru al Academiei de Ştiinţe din U.R.S.S. şi prof. univ. Leonte Răutu.

2. Programul de activitate al Institutelor Academiei R.P.R. pe anul 1951, în cadrul Planului Cincinal şi al Planului de Electrificare a Republicii Populare Române, prezentat de: acad. prof. Traian Săvulescu, preşedintele Academiei R.P.R.; prof. ing. I. S. Gheorghiu, membru corespondent al Academiei R.P.R., directorul Institului de Energetică; acad. prof. Raluca Ripan, director al Institutului de Chimie din Cluj; prof. Eugen Rădulescu, membru corespondent al Academiei R.P.R.; acad. prof. Daniel Danielopolu, director al Institutului de fiziologie normală şi patologică din Bucureşti; acad. prof. Mihail Roller, laureat al premiului de Stat şi acad. prof. Petre Constantinescu-Iaşi, director al Institutului de Studii Româno-Sovietice.

3. Proiectul de hotărîre al sesiunii — prezentat de acad. prof. dr. Ştefan Nicolau, prim-secretar al Academiei R.P.R. şi cuvântul de încheierea lucrărilor, al acad. prof. Traian Săvulescu, preşedintele Academiei R.P.R.

In cele ce urmează se va prezenta un rezumat al coraportului prof. ing. I. S. Gheorghiu, privind activitatea Institutelor Tehnice ale Academiei pe anul 1950 şi programul pentru anul 1951, completat cu o descriere mai amplă a realizărilor din sectorul electrotehnic.

Va trebui să subliniem însă în primul rând, în legătură cu genialele lucrări ale tovarăşului Stalin cu privire la lingvistică, şi problema muncii ştiinţifice în R.P.R., însemnătatea primordială a materialismului dialectic şi istoric pentru toate domeniile ştiinţei şi tehnicei. Recentele lucrări ale tovarăşului Stalin reprezintă, după cum a arătat în comunicarea sa acad. M. B. Mitin, un program larg şi practic de acţiune, un program deschizător de drumuri noi, nu numai pentru lingvistică, dar şi pentru celelalte ştiinţe.

Cadrul în care s'a desfăşurat activitatea de cercetare tehnico-ştiinţifică a Institutelor tehnice ale Academiei R.P.R. în anul 1950 a fost determinat de pregătirea Planului Cincinal şi a Planului de Electrificare, din care reiese sarcinile uriaşe ce revin ştiinţelor naturii şi în primul rând ştiinţelor tehnice.

Electrificarea ţării noastre, desvoltarea considerabilă a industriei noastre grele şi în primul rând a celei de maşini, ridică probleme arzătoare în faţa oamenilor de ştiinţă şi a tehnicienilor.

Numai contactul tot mai rodnic cu viaţa, numai însuşirea cuceririlor ştiinţei sovietice, au asigurat succesele dobândite de ştiinţa şi tehnica noastră în ultimii ani, astfel după cum reiese din realizările de până acum ale Institutelor de Cercetări ale Academiei precum şi din celelalte realizări din domeniul tehnicei, răsplătite cu înalta distincţie a Premiului de Stat.

In editorialul numărului 1 din anul acesta al Revistei au fost prezentate câteva din problemele Institutului de Energetică al Academiei R.P.R. Se vor prezenta acum rezultatele obţinute până în prezent, astfel cum au fost scoase în evidenţă în lucrările acestei sesiuni.

Pentru a aprecia mai bine aceste rezultate trebue să ne întoarcem însă privirea spre trecutul apropiat al ştiinţei şi tehnicei în ţara noastră.

Sub regimurile reacţionare, ştiinţele fizice şi tehnice au trecut printr'o perioadă întunecată.

Politica regimului trecut a despărţit ştiinţa de producţie, determinând astfel un practicism îngust al industriei, tributară capitalismului monopolist şi tehnicei străine. Pe de altă parte ştiinţele fizice şi matematice au fost izolate de aplicaţiile tehnice, secţiile de electrotehnică şi de chimie industrială ale vechii Facultăţi de Ştiinţe, desfiinţate. Regimul burghezo-moşieresc transformase cadrele noastre de tehnicieni, fizicieni şi matematicieni în unelte ale capitalismului monopolist român, în reprezentanţi ai trusturilor şi firmelor

comerciale străine, înnăbușind orice inițiativă creatoare.

Același regim a practicat politica reducerii continue a subvențiilor acordate învățământului și laboratoarelor științifice și a frânat orice specializare a învățământului tehnic și fizico-matematic, manifestând dispreț față de realizările și posibilitățile tehnicienilor și fizicienilor din țara noastră.

Și dacă totuși în astfel de condiții vitrege activitatea științifică s'a desvoltat, aceasta se datorește în mare măsură, abnegației unor savanți izolați ca prof dr. V. Babeș și prof. dr. Gh. Marinescu.

Cu totul altfel însă se prezintă situația după cucerirea puterii politice de către clasa muncitoare. Sub îngrijirea Partidului Muncitoresc Român, s'a creat Academia R.P.R. în cadrul căreia au luat ființă Institutul de Energetică, Institutul de Metalurgie și Mecanică aplicată, Institutul de Matematică și Institutul de Fizică, constituind o dovadă a grijei pe care Partidul și Guvernul țării o poartă cercetărilor științifice și tehnice, în țara noastră.

Cu toate dificultățile inerente începutului, datorită situației grele moștenite dela regimul burghezo-moșieresc, lipsind laboratoarele, cadrele de cercetători științifici, legătura cu practica și producția — în decursul primei perioade de activitate (1949—50), cele patru Institute au reușit totuși să realizeze importante progrese în toate domeniile — progrese care au fost menționate în editorialul primului număr din anul acesta, al revistei.

In decursul ultimelor trei luni ale anului 1950 s'au construit într'un ritm rapid patru clădiri principale ale Institutului de Fizică, care a făcut un pas important spre construirea în țară, cu mijloace locale, a unui însemnat număr de aparate fizice și tehnice de precizie.

In cadrul Institutelor Academiei, colaborarea dintre știință și tehnică a luat în anul 1950, forme organizatorice noi.

Astfel au luat ființă consiliile științifice ale Institutelor de fizică și ale celorlalte institute tehnice. Deasemenea un număr de muncitori fruntași, inovatori în producție, de un înalt nivel tehnico-științific, fac parte din colectivele de cercetare ale unor importante probleme din sectorul metalurgiei.

In cursul anului 1950 cele patru institute au început să folosească noi metode de muncă: planificarea, organizarea colectivă a activității de cercetare, controlul muncii, etc.

Un număr crescând de matematicieni, fizicieni și tehnicieni lucrează pe baza rezultatelor și metodelor cercetătorilor sovietici; alții lucrează la probleme și teme legate de preocupările savanților sovietici. Utilizarea și difuzarea materialului sovietic trebue lărgită, pentru a răspunde sarcinilor vaste ale celor patru institute.

In cursul anului 1950, s'au studiat numeroase probleme, iar rezultatele practice obținute au fost puse la îndemâna industriei noastre trecând în faza aplicării în producție.

Astfel la Institutul de Energetică în secția Electrotehnică, activitatea științifică pe anul 1950 s'a desfășurat în cadrul a trei probleme mari și anume:

1. *Probleme în legătură cu siguranța funcționării sistemelor electrice.*

2. *Probleme în legătură cu ameliorarea funcționării și construirii de mașini și aparate electrice.*

3. *Probleme de utilizare.*

Problemele dela punctul 1, au fost urmărite prin următoarele teme.

1. a. Tema *punerii neutrului la pământ* care prezintă importanță pentru rețelele electrice și care a fost rezolvată, întocmindu-se și un scurt îndreptar pentru uzul inginerilor proiectanți.

1. b. Tema *inversării fazelor*, cauza unor grave perturbări în rețelele electrice, a fost cercetată teoretic, ajungându-se pentru anumite cazuri la o formulă finală bazată pe scheme echivalente.

1. c. Tema studiului *asupra tensiunilor de origine atmosferică în rețelele de înaltă tensiune* s'a desfășurat în colaborare cu Institutul Meteorologic, care a furnizat date statistice pe o perioadă de timp de 25 ani. S'a stabilit o metodă pentru transpunerea pe hartă a datelor statice obținute și s'a întocmit prima hartă heraumică a țării.

1. d. Tema *rezistivității solurilor* a condus la elaborarea unor noi metode de prospectare a solurilor.

Problemele dela punctul 2 au fost urmărite prin următoarele teme:

2. a. *Stabilirea caracteristicelor de funcționare a noilor motoare electrice cu inductanță variabilă și condensator, concepute în 1949.*

Teoria acestora a făcut obiectul a șase comunicări originale. In desvoltarea acestei teorii s'au folosit cercetările savanților sovietici M. Papalexi și L. Mandelstam asupra rezonanței și generatorilor parametrici.

2. b. *Desvoltarea aplicațiilor industriale* pe baza rezultatelor dela puctul 2 a.

S'au proiectat și construit astfel trei prototipuri semiindustriale a noilor motoare și anume: un ciocan pentru forjă de 2 kW, un ciocan de nituit de 1 kW și un motor electric rotativ de 500 wați. Asupra avantajelor acestora față de ciocanele cu aer comprimat și motoarele sincrone obișnuite s'a scris în nr. 4 din anul acesta al revistei.

Deasemenea a fost studiată și:

2. c. *Tema determinării eforturilor axiale la transformatoarele de înaltă tensiune.* După ce s'a terminat complet partea teoretică de punere la punct a chestiunii, aducându-se unele contribuții teoretice, s'a trecut la partea experimentală, efectuându-se un mare număr de încercări la fabrica de mașini electrice «Dinamo» din București, pe un transformator de 60 kW, cel mai puternic transformator construit până acum la noi în țară, în baza cărora se va stabili în 1951 o metodă experimentală pentru determinarea acestor efor-

turi, care constitue cauza celor mai grave avarii în transformatoare în caz de scurt-circuit.

La problemele dela punctul 3 s'a luat în studiu *încălzirea prin înaltă frecvenţă*, cercetându-se realizarea *generatorului* şi a *cuptorului* pentru topit fontă şi oţel cu materiale locale şi prin metodele cele mai simple.

S'au obţinut rezultate parţiale privind *generarea curentului de înaltă frecvenţă printr'un convertizor de frecvenţă* bazat tot pe principiul noilor maşini cu inductanţă variabilă.

Dar dacă aceste realizări constitue rezultate pozitive obţinute în cadrul Institutului de Energetică, de colectivele care au dus o muncă (de cercetare) ştiinţifică susţinută, sunt de semnalat şi deficienţe ce au fost pe larg desbătute în lucrările sesiunii şi care s'au constatat a fi datorite, în mare parte, lipsei de probitate ştiinţifică a unor colaboratori, care s'au mărginit a face studii generale superficiale bazate pe simple compilaţii făcute fără discernământ critic, studii cărora lipsindu-le fondul şi baza experimentală sunt desprinse de realitate.

Astfel se explică, că la problema importantă a instalaţiilor de telecomenzi, telemăsuri şi telecomunicaţii pe liniile de transport de energie, temă care se referă la problemele din categoria I-a, nu s'a ajuns la niciun rezultat practic. Aceste deficienţe ne arată că nu toţi colaboratorii Institutului şi-au însuşit metodele ce decurg din aplicarea în ştiinţă a materialismului dialectic.

In cadrul Institutului de Fizică s'a studiat în domeniul electricităţii:

1. Problema realizării unor izolanţi bazaţi pe substanţe plastice (pentru plăci, cabluri, etc). Această problemă a fost rezolvată în esenţă, iar prin materialul obţinut, realizându-se o economie de cauciuc de 12%, s'a trecut la faza semiindustrială.

2. S'a realizat bachelizarea lemnului obţinându-se astfel un izolant bun şi ieftin.

3. In domeniul semiconductorilor s'au construit redresori uscaţi cu mijloace locale.

4. In domeniul pilelor electrice moderne, s'a realizat o pilă de mare capacitate, cu clorură de argint, care este în faza studiului tehnico-economic pentru producţia în serie.

5. In domeniul încălzirii prin înaltă frecvenţă cu tuburi electronice s'a realizat prototipul unui generator de înaltă frecvenţă, pentru folosirea izolanţilor cu utilizare în metalurgie la călirea superficială.

6. In domeniul automatizării fabricaţiei, controlului şi protecţiei muncii prin mijloace electrice, s'a realizat un prototip de control prin raze infraroşii.

7. Tot în cadrul problemelor de protecţia muncii pe drumul realizării luminii albe, s'a ajuns la construirea sticlei becurilor solare, deja utilizate în întreprinderi şi instituţii.

S'a soluţionat deasemenea, cu mijloace locale, problema protecţiei muncitorilor sudori, a medicilor radiologi, etc.

Deşi la Institutul de Fizică munca de cercetare ştiinţifică a fost dusă în mai strânsă legătură cu practica, cu experienţa de laborator, s'au semnalat şi aci unele deficienţe.

Astfel nu s'a urmărit întotdeauna produsul realizat până la faza finală a produsului industrial, direct utilizabil în industrie. Institutele Academiei trebue să predea industriei, astfel după cum s'a accentuat, problemele rezolvate în forma în care industria să le poată folosi imediat.

Pentru anul 1951, linia de activitate a celor patru institute e determinată de Planul de lungă durată a electrificării ţării şi de primul nostru Plan Cincinal.

Astfel la Institutul de Energetică se vor studia problemele de electrotehnică:

1. Siguranţa funcţionării sistemelor electrice,
2. Ameliorarea funcţionării şi construirii de maşini şi aparate electrice.
3. Studiul utilizării energiei electrice.
4. Rezistivitatea solurilor în R.P.R.
5. Supratensiuni de origine atmosferică şi de înaltă frecvenţă.
6. Studiul elementelor automatizării proceselor de producţie, al controlului şi protecţiei muncii.
7. Incălzirea prin înaltă frecvenţă.
8. Metode pentru îmbunătăţirea calităţii convorbirilor telefonice pe circuite interurbane.
9. Studiul şi realizarea unui difuzor de calitate.
10. Oscilaţii neliniare în circuite electrice.
11. Transmisia semnalului vorbit prin undă acustică purtătoare.

La Institutul de Fizică se vor studia următoarele probleme de electricitate:

1. Materiale electro-izolante.
2. Semiconductori-aplicaţii.
3. Surse electrochimice.
4. Măsuri electrice şi electronice pentru protecţia muncii.
5. Studiul elementelor de automatizare. Aplicaţii industriale.
6. Aparate de încălzire prin înaltă frecvenţă, cu aplicaţii.
7. Cristale piezo-electrice de înlocuire.
8. Studii de fero-magnetism.
9. Studii electroenergetice.

Pentru rezolvarea tuturor acestor probleme şi a altora, care se vor menţiona în celelalte numere ale revistei, vor trebui create laboratoare şi cadre de cercetători în ştiinţele tehnice.

S'a arătat succint, cu ocazia examinării lucrărilor sesiunii generale din Martie a. c. a Academiei R.P.R. câteva din rezultatele cercetărilor ştiinţifice obţinute în acest înalt for ştiinţific al ţării în domeniul electricităţii şi electrotehnicei, precum şi unele probleme noui puse pentru anul 1951, în cadrul Institutelor tehnice ale Academiei R.P.R.

Aceste rezultate, cu toate că formează doar un început, sunt însă suficiente spre a dovedi netemeinicia legendei privind incapacitatea de creaţie a oamenilor de ştiinţă şi a tehnicienilor

noştri. Ele dovedesc că, dacă se oferă condiţii prielnice de lucru, ca acelea create ştiinţei şi slujitorilor ei de actualul regim de democraţie populară, şi oamenii noştri de ştiinţă pot produce lucrări ştiinţifice şi tehnice de valoare.

Luând exemplu dela savanţii şi tehnicienii sovietici, oamenii de ştiinţă şi tehnicienii noştri arată curaj şi încredere în îmbrăţişarea şi rezolvarea marilor probleme puse pentru viitor de realizarea Planului de Electrificare şi de primul nostru Cincinal, planuri a căror realizare ar fi părut un vis numai cu zece ani în urmă.

VECTORUL LUI UMOV-POYNTING IN CURENT CONTINUU

de prof. ing. I. CONSTANTINESCU

Sunt încă unele idei în tehnică, care deşi învechite şi necorespunzătoare stadiului actual al ştiinţei, au totuşi o valoare de circulaţie chiar şi printre specialişti. Ridicarea nivelului tehnico-ştiinţific al acestora, presupune şi lichidarea treptată a acestor reminiscenţe ale unor teorii învechite şi înlocuirea lor cu acele corespunzând nivelului actual al ştiinţei. Printre aceste idei care au devenit astăzi « preconcepute » şi de care este bine să ne lepădăm, este şi aceea adânc înrădăcinată că energia electrică, într'o reţea de transport de energie electrică, se găseşte localizată în conductori.

Ştiinţa a trecut de mult pragul acestei concepţii.

Energia electrică, care se transportă şi se utilizează la recepţie, nu este localizată în conductori, ci în mediul din vecinătatea conductorilor.

Astfel, ceeace este localizat în conductori, constitue energia neutilizabilă, energie pierdută prin efect « Joule-Lenz »; singură, energia localizată în mediul dielectric din vecinătatea conductorilor, în aşa numitul câmp electromagnetic, constitue energia utilizabilă, energia radiată, care se propagă dela sursă (alternatori, etc.) la punctul de utilizare.

Conductorii nu servesc decât la dirijarea acestei energii radiate, care în lipsa acestora s'ar răspândi în tot spaţiul (cazul undelor electromagnetice utilizate în radio).

Ideea greşită şi persistentă a localizării energiei propagate dealungul conductorilor, în conductori, este încă atât de înrădăcinată încât noua concepţie pare multora o simplă ipoteză, fără consecinţe practice şi analoagă întrucâtva cu ipoteza sensului de circulaţie al curenului în conductorul care leagă electrozii unei pile. Este evident că acest sens, atâta vreme cât ne mărginim la efectele electromagnetice (a devierii acului magnetic, etc.) este convenţional. Dacă însă ne referim la sensul deplasării electronilor din conductori, acest sens nu mai este convenţional şi corespunde unui fapt.

Tot astfel, dacă la proiectarea liniilor scurte de transport de energie electrică, fenomenele din dielectric sau din spaţiul dintre conductori şi care însoţesc această propagare nu se manifestă practic şi pot fi neglijate, iar realitatea localizării energiei în acest spaţiu prezintă aci un interes mai mult academic, cu totul altfel se prezintă cazul proiectării liniilor lungi ale sistemului energetic din Planul de Electrificare, unde inginerul proiectant trebue să ţină cont de energia din câmp, s'o calculeze, pentru a preveni efectele dăunătoare ale supratensiunilor de rezonanţă, care pot pricinui distrugerea liniilor şi a aparatelor legate de ea.

Dar, dacă ideea avansată a localizării şi propagării energiei în mediul înconjurător conducătorilor, în cazul transportului de energie în curent alternativ, se poate concepe mai uşor şi are o largă răspândire în rândurile tehnicienilor şi oamenilor de ştiinţă sovietici, ea derivând din ecuaţiile de propagare (Maxwel): aceeaşi idee în cazul transportului de energie în curent continuu are o răspândire cu mult mai redusă.

In demonstraţia sa, a propagării energiei în curent continuu, autorul articolului « Vectorul lui Umov-Poynting în curent continuu » presupune că atât câmpul magnetic cât şi cel electric, formând împreună câmpul electromagnetic, se deplasează cu viteza v de unde deduce propagarea cu acea viteză a energiei şi deci existenţa vectorului lui Umov, în acest regim. Trebue deci admisă dela început această viteză de deplasare v, care mai apoi se demonstrează a fi egală cu aceea a luminii, în timp ce în cazul regimului variabil (curent alternativ) « viteza de propagare » apare ca o consecinţă a legilor inducţiei magnetice şi electrice. Este aci un lucru care mai trebue cercetat pentru ca demonstraţia să nu pară un cerc vicios.

Dar articolul mai prezintă interes şi prin aceea că reaminteşte adevărul istoric în chestiunea priorităţii descoperirii acestui vector, care joacă un rol important în electricitate şi care în literatura ştiinţifică apuseană este atribuit exclusiv lui Poynting, fără a se face menţiune despre autorul sovietic Umov, care a stabilit proprietăţile vectorului radiant înaintea autorului american.

REDACŢIA

De multe ori se afirmă că vectorul lui Umov-Poynting care dă densitatea curentului de energie care trece printr'o suprafaţă dată în unitatea de timp, nu se aplică în curent continuu.

Pentru justificarea acestei afirmaţii se spune:

Câmpul electromagnetic dat de un curent continuu este staţionar. Prin urmare, energia electrică înmagazinată de acel câmp într'un volum dat este constantă.

Aşa fiind, puterea ce trece printr'o suprafaţă dată este nulă, fiindcă puterea este derivata energiei în raport cu timpul şi energia fiind constantă, derivata ei este nulă. De aci se trage concluzia că în cazul curentului continuu, vectorul lui Umov-Poynting este nul.

Se mai spune că în curent continuu nu există fenomene de propagare.

Ar urma de aci că, energia în curent continuu nu ar putea fi transportată la distanţă dealungul unei linii de transmisie.

Concluzia aceasta, evident eronată, provine din două cauze:

1. Când se zice că dealungul unei linii de transmisie în curent continuu câmpul electromagnetic este staţionar, se înţelege că el este invariabil atât în timp cât şi în spaţiu, dar aceasta nu înseamnă deloc că el este imobil în spaţiu

2. Legea inducţiei se aplică nu numai unui flux variabil în timp şi fix în spaţiu, dar şi unui flux constant în raport cu timpul, însă mobil în spaţiu.

Ori, în cazul curentului continuu trebue să se considere tocmai acest din urmă aspect al fenomenului, dacă se urmăreşte găsirea expresiei curentului de energie.

Inainte de a trece la obiectul propriu zis al acestui articol sunt necesare câteva preciziuni.

Maxwell a arătat că liniile de forţă electrice şi magnetice exercită o tensiune în lungul lor şi o presiune laterală asupra liniilor vecine.

De aci rezultă două concluzii:

1. Energiea electrică utilă, adică aceea care este transmisă dealungul conductorilor, este localizată în câmpul electromagnetic între cei doi conductori ai liniei de transmisie *), fiindcă energia se găseşte acolo, unde sunt forţele câmpului.

*) Se poate demonstra că jumătate din energia câmpului electromagnetic se găseşte în cercul descris pe distanţa dintre fire ca diametru, iar cealaltă jumătate se găseşte în exteriorul acestui cerc.

2. Din cauza presiunii laterale exercitată de liniile forță unele asupra altora, câmpul electromagnetic se deplasează pe linie cu o anumită iuțeală. Dacă conductorii sunt perfecți și dielectricul dintre ei este perfect, această iuțeală este egală cu iuțeala luminii.

O mică parte din această energie pătrunde și în conductori. Dar această parte corespunde pierderilor prin efect «Joule Lenz», localizate în conductorii liniei sau chiar în dielectric, dacă acesta nu este perfect.

Cu aceste preciziuni urmează să se arate:

1. Că vectorul lui Umov-Poynting există și în curent continuu.

2. Că în cazul ideal al unei linii fără pierderi, energia și câmpul magnetic, care poartă această energie se transmite cu viteza luminii.

Se consideră în acest scop doi conductori paraleli printre care trece normal pe planul figurii un câmp de **inducție B, imobil în spațiu și constant în** timp.

O bară transversală $MN = l$ se deplasează spre dreapta cu viteza $v = dx/dt$ (fig 1)

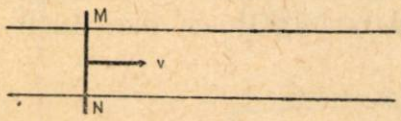


Fig. 1.

Se știe atunci că în bară va lua naștere o forță electromotoare:

$$V = E\,l = -B\,l\,v \ldots\ldots \text{Deci } E = -B\,v \ldots\ldots (1)$$

Același rezultat se obține deplasând câmpul cu iuțeala v și lăsând bara imobilă.

Se vede deci, că un câmp de inducție B ce se deplasează cu viteza v dă naștere unui câmp electric $E = -B\,v$.

Această ecuație și cele ce urmează sunt scrise în unități practice rațională.

Câmpul electric E, câmpul de inducție B și viteza v sunt vectori ce formează un sistem de axe rectangulare (fig. 2).

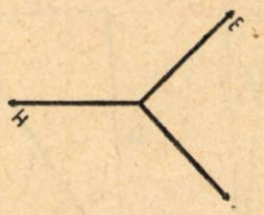


Fig. 2.

Intrebuințând notațiile vectoriale, ecuația (1) capătă forma: $E = -v \times B = -\mu\,(v \times H) \ldots\ldots (1')$

unde μ este permeabilitatea mediului dielectric dintre cei doi conductori.

O relație analoagă se poate stabili și în cazul când avem de a face cu un câmp de inducție electrică D, cunoscut sub numele de deplasare.

Astfel câmpul $D = \varepsilon E$ este proporțional cu densitatea sarcinilor de pe cei doi conductori ai liniei de transmisie.

Câmpul de inducție electrică deplasându-se cu o anumită viteză v, antrenează sarcinile electrice din conductă, dând astfel naștere unui curent și câmpului magnetic corespunzător.

Câmpul magnetic astfel generat este proporțional cu densitatea sarcinilor D și cu viteza lor v.

Prin urmare:

$$H = D\,v \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

In notație vectorială ecuația (2) capătă forma:

$$H = \varepsilon\,(v \times E) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2')$$

Ecuațiile (1') și (2') corespund ecuațiilor lui Maxwell, care ne dau relația dintre câmpul electric și cel magnetic.

Să luăm acum un element de volum $d\tau = dS\,dx$ orientat astfel încât viteza v să fie în direcția lui x, iar elementul de suprafață dS să fie într'un plan perpendicular pe axul x-urilor.

Energia cuprinsă în acest element de volum va fi:

$$dw = \tfrac{1}{2}\,(DE + BH)\,dS\,dx$$

Puterea ce trece prin elementul de suprafață dS va fi în cazul nostru:

$$\frac{dw}{dt} = \frac{1}{2}\,(DE + BH)\,dS\,\frac{dx}{dt}$$

Inlocuind pe D și B cu valorile lor din (1) și (2) și adoptând forma de scriere vectorială găsim:

$$\frac{dw}{dt} = (E \times H)\,dS$$

Vectorul : $S = E \times H$ .. . . . . (3)

este vectorul lui Umov-Poynting [1]), care reprezintă energia ce trece prin unitatea de suprafață în unitatea de timp. Vectorul S este în direcția vitezei v cu care se propagă câmpul electromagnetic.

Expresia (3) este deci generală întrucât după cum se vede, se aplică atât în curent continuu cât și în curent alternativ.

De altfel Max Planck servindu-se de această expresie ca o lege fundamentală, deduce din ea legile lui Maxwell.

Multiplicând acum ecuațiile (1) și (2) găsim:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$$

expresie, care reprezintă viteza undelor electromagnetice în spațiu liber, adică viteza luminii. Se observă deci, că în cazul unei linii ideale, fără pierderi în conductori și în dielectric, energia și câmpul electromagnetic corespunzător se propagă cu viteza luminii, fie că este vorba de curent continuu, fie că este vorba de curent alternativ.

Se poate deci, generaliza și spune că, energia înmagazinată în câmpul electromagnetic, fie că se propagă în spațiul liber, fie că se propagă dealungul conductorilor, este energie radiată.

Singura diferență este că în cazul liniilor de transmisie ea este ghidată dealungul conductorilor, ceeace nu-i răpește calitatea de energie radiată.

De altfel unii autori întrebuințează de mult timp expresia: «Radiație dirijată dealungul conductorilor».

---

[1]) Poynting a dat în 1874 expresia concretă a vectorului S. Anterior însă N. A. Umov a dat sub formă generală noțiunea densității fluxului de energie care a condus la acest vector.

ВЕКТОР УМОВА-ПОНТИНГА В ПОСТОЯННОМ ТОКЕ

Р е̂з ю м е

Автор статьи доказывает существование вектора Умова, вдоль линии передачи постоянного тока, исходя из мысли локализации энергии в электромагнитном поле, которое распространяется с одного конца до другого со скоростью v. Применяя законы индукции, в случае постоянного магнитного поля, которое распространяется со скоростью v, автор статьи приходит к выводу, что эта скорость равняется скорости света и, следовательно, существует вектор, характеризующий процесс радиации.

CALCULUL GRAFIC AL LINIILOR DE TRANSPORT DE ENERGIE ELECTRICĂ

de *ing. N. STOENESCU*
[din D.G.C.

Electrificarea, pe scară cât mai mare este una din preocupările și sarcinile cele mai de seamă ale regimului nostru de democrație populară și aplicațiile atât de vaste ale energiei electrice, o impune ca un factor de producție deosebit de important în opera de construire a socialismului la noi în țară.

De aceea atât modul de producere al energiei electrice cât și transportul acestei energii, în special la distanțe mari și receptorii de mare consum, fac obiectul unor studii și calcule extrem de pretențioase și atente. In adevăr, dacă transportul acestei energii se va face defectuos, uzina producătoare și linia de transport vor lucra cu randament scăzut, ducând la risipă și la mărirea prețului de cost al energiei electrice.

In cele ce urmează se va descrie calculul grafic al liniilor de transport la mare distanță, calcul care se impune din ce în ce mai mult, fiind cel mai simplu și care s'a dovedit superior calculului numeric.

De altfel și experiența dovedește că metodele de *calculul grafic al liniilor* au în electrotehnică același rol ca *statica grafică* în construcția mașinilor.

Liniile de transport la distanțe mari, sub tensiuni ridicate (35—110—220 kV) destinate a alimenta receptori de mare consum, se pot împărți în trei categorii distincte:

a) Linii de transport cu sarcina aplicată la cap, în care se dau ca date: tensiunea U_2, puterea activă P_a și reactivă P_r la receptor, cerându-se să se stabilească regimul de mers la celălalt cap, extremitatea generatrice (uzina);

b) Se dau ca date tensiunea la o extremitate (generatricea) și puterea la cealaltă extremitate, cerându-se menținerea constantă a tensiunii, în funcție de sarcinile P_a și P_r absorbite de receptori;

c) In această ultimă categorie se cunosc: tensiunea la plecare și conductanța sarcinii la

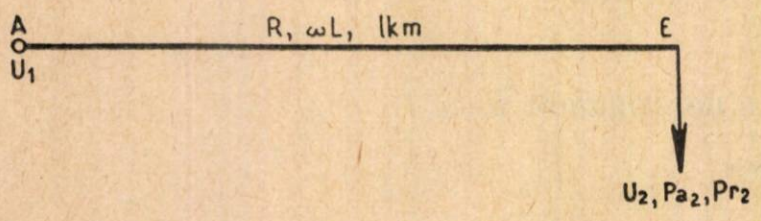


Fig. 1.

sosire, cerându-se să se determine tensiunea la sosire și puterea la plecare.

In cazul unei linii de transport simple cu sarcina la cap (fig. 1), tronsonul AE cu lungimea 1 km., rezistența R și inductanța ωL este alimentată în punctul A, având ca sarcină în E, o încărcare de P_{a2} kV activi și P_{r2} kVA reactivi la o tensiune U_2 ce trebue menținută constantă în acest punct (E). Se cere să se determine tensiunea U_1 necesară în A.

Se procedează la construirea diagramei fundamentale, determinâdu-se mai întâi curentul

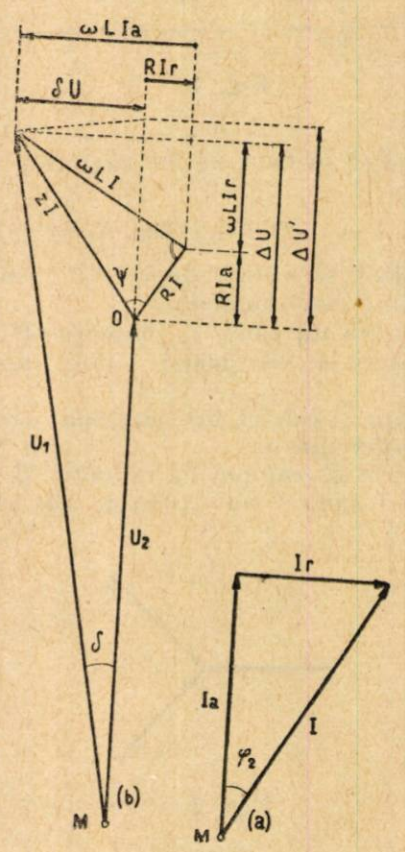


Fig. 2.

activ I_a și curentul reactiv I_r cerut în E, obținându-se curentul rezultant I cu defazajul φ_2 în raport cu U_2 (fig. 2 *a*). Se trasează apoi U_2 în fază cu I_a (fig. 2 *b*) adăugându-se geometric căderea de tensiune ohmică RI în fază cu curentul I și căderea de tensiune inductivă ωLI perpendiculară pe curentul I, obținându-se la urmă tensiunea rezultantă U_1 în punctul A.

Această diagramă simplă este de o importanță deosebită pentru calculul liniilor și din ea se constată diferența de mărime și diferența de fază între tensiunea la începutul și sfârșitul liniei. Dacă din M ca centru și cu raza U_1 se descrie un arc de cerc care să întâlnească vectorul U_2 prelungit, se obține diferența de mărime $\Delta U'$ între cele două tensiuni. Se observă că se poate lua cu aproximație segmentul ΔU ca valoare a acestei diferențe dacă unghiul δ este mic. $U_2 + \Delta U$ este proiecția vectorului U_1 pe di-

recția U_2 iar ΔU o numim componenta longitudinală a căderii de tensiune.

Să examinăm primul caz al liniilor de transport, când se dau puterile active și reactive și tensiunea în punctul de consumație căutându-se relațiile sarcinilor la plecarea liniei și diferența de fază între tensiune la plecare și sosire.

Privind diagrama (fig. 2 a, 2 b) se deduce următoarele relații:

$$U_1^2 = (U_2 + \Delta U_2)^2 + \delta U^2$$

în care substituind valorile ΔU și δ:

$$U_1^2 = U_2 + RI_a + \omega LI_r)^2 + (\omega LI_a - RI_r)^2 \quad (1)$$

și înmulțind ambii membrii ai ecuației cu $\left(\frac{1}{U^2}\right)^2$

se obține:

$$\left(\frac{U_1}{U_2}\right)^2 = \left(1 + R\frac{I_a}{U_2} + \omega L\frac{I_r}{U_2}\right)^2 + \left(\omega L\frac{I_a}{U_2} - R\frac{I^2}{U_2}\right)^2$$

Se știe că:

$$I_a = \frac{P_{a2}}{U_2} \quad \text{și} \quad I_r = \frac{P_{r2}}{U_2}$$

se înlocuesc în ecuația de mai sus aceste valori:

$$\left(\frac{U_1}{U_2}\right)^2 = \left(1 + R\frac{P_{a2}}{U_2^2} + \omega L\frac{P_{r2}}{U_2^2}\right)^2 + \left(\omega L\frac{P_{a2}}{U_2^2} - R\frac{P_r}{U_2^2}\right)^2$$

Presupunem tensiunea U_2 menținută constantă și linia scurtcircuitată la plecare, cazul scurtcircuitului inversat:

$$I_k = \frac{U_2}{\sqrt{R^2 + \omega L}} = \frac{U_2}{Z} \quad \ldots \quad (2)$$

puterea aparentă a acestui scurtcircuit este:

$$I_k U_2 = P_k = \frac{U_2^2}{Z}$$

unde

$$U_2^2 = ZP_k$$

Inlocuind pe U_2 se obține:

$$\left(\frac{U_1}{U_2}\right)^2 = \left(1 + \frac{R}{Z}\cdot\frac{P_{a2}}{P_k} + \frac{\omega L}{Z}\cdot\frac{P_r^2}{P_k}\right) + \left(\frac{\omega L}{Z}\cdot\frac{P_{a2}}{P_k} - \frac{R}{Z}\cdot\frac{P_{r2}}{P_k}\right)^2$$

Defazajul unui scurtcircuit inversat se obține cu ajutorul ecuației:

$$\text{tg}\,\Psi = \frac{\omega L}{R} = \frac{\omega L_0}{R_0} \quad (3)$$

Unghiul Ψ este determinat astfel ușor prin constantele liniei. Deoarece Z_0 este impedanța kilometrică a liniei se poate scrie:

$$\cos\Psi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{Z_0}\,; \quad \sin\Psi = \frac{\omega L}{Z} = \frac{\omega L_0}{Z_0} \quad (4)$$

Dacă P_2 este puterea aparentă consumată

$$P_{a2} = P_2\cos\varphi_2\,; \quad P_{r2} = P_2\sin\varphi_2$$

φ_2 în aceste relații fiind defazajul între curent și tensiune în punctul de consumație.

Grupând aceste valori prin utilizarea relațiilor între funcțiile circulare a două unghiuri vom avea:

$$\left(\frac{U_1}{U_2}\right)^2 = \left(1 + \frac{P_2}{P_k}\cos(\Psi - \varphi_2)\right)^2 + \left(\frac{P_2}{P_k}\sin(\Psi - \varphi_2)\right)^2 \quad (5)$$

Aceasta este ecuația generală a primei forme de transport a energiei. Se observă că în această ecuație nu intervin valorile absolute ale tensiunilor și puterilor, ci numai raporturile lor. Tensiunea primară căutată (U_1) este raportată la tensiunea secundară cunoscută (U_2) și puterea aparentă secundară (P_2) cunoscută este raportată la puterea scurtcircuitului inversat (P_k), care poate fi ușor calculată cu ajutorul datelor liniilor.

Unghiul φ_2 este dat de defazajul în punctul de consumație și variază cu natura sarcinii. Unghiul Ψ este din contra o valoare fixă pentru constantele liniei date.

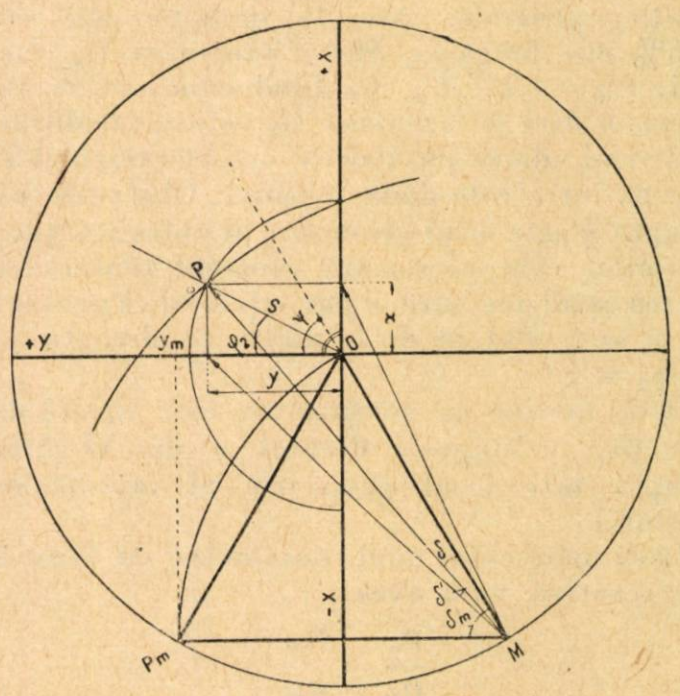


Fig. 3.

Ecuația fundamentală de mai sus exprimă raportul tensiunilor, care apare ca ipotenuza unui triunghiu-dreptunghiu având ca laturi al unghiului drept cele două expresiuni din paranteze.

Pentru un studiu mai amănunțit al calculului grafic, enunțat vom utiliza ecuația (5) care este valabilă pentru diferite tensiuni, sarcini și lungimi, fără ca prin aceasta, să se modifice constantele liniilor.

Desvoltând diagrama inițială (fig. 2 a, 2 b) putem urma două căi și anume: fie calea pur matematică, fie calea grafică, interpretând pas cu pas construcțiile pe diagramă din punct de vedere electrotehnic (fig. 3).

Explicația matematică a diagramei este foarte simplă. Observăm că ecuația generală reprezintă

o familie de cercuri concentrice cu raportul tensiunilor ca parametru pentru razele cercului. Cu toată această simplicitate vom stabili diagrama (fig. 3) după un alt procedeu:

Dacă luăm cazul unei sarcini pur active, adică $\varphi_2 = 0$, puterea aparentă P_2 devine o sarcină activă P_{a2}. Raportul $\frac{P_{a2}}{P_2}$ dă un număr inferior sau egal cu unitatea, în cazul nostru l-am luat 0,4.

Ducem o dreaptă OM egală cu unitatea (pentru exemplificare 10 cm. fig. 3) iar prin punctul O o dreaptă y care face cu dreapta OM un unghiu Ψ. Unghiul Ψ este socotit invers acelor ceasornicului. Pe această dreaptă începând din O se duce un segment egal cu 0,4 (adică 4 cm. dacă pe MO l-am luat de 10 cm).

Proiecţia acestui segment pe direcţia MO şi pe perpendiculara MO dusă prin punctul O se exprimă prin rapoartele:

$$\frac{P_{a2}}{P_K}\cos\Psi \quad \text{şi} \quad \frac{P_{a2}}{P_K}\sin\Psi$$

Unind M cu extremitatea lui y obţinem ipotenuza triunghiului-dreptunghiu, care corespund ecuaţiei generale. Această dreaptă este cu 24,5% mai lungă ca MO şi tensiunea U_1 este deci: $U_1 = 1{,}245\ U_2$. U_2 fiind cunoscut se va cunoaşte deci şi tensiunea U_1 pentru condiţiile de sarcini admise putându-se citi uşor unghiul Ψ cuprins între cele două tensiuni. Observăm că dreapta y este locul geometric al extremităţilor vectorilor care reprezintă raportul tensiunilor pentru cazul unei sarcini pur active adică pentru: $\cos\varphi_2 = 1$. Putem deci înscrie pe dreapta y, $\cos\varphi_2 = 1$.

Dacă sarcina la consumator este lipsită de inducţie, prelungirea dreptei y din O către dreapta este locul geometric al rapoartelor tensiunii.

Dacă luăm cazul unui consumator cu sarcină pur reactivă vom avea:

$$\frac{P_2}{P_K} = \frac{P_{r2}}{P_K}$$

în acest caz: $\cos\varphi_2 = 0$ sau $\cos\varphi_2 = 90^0$

Prin punctul O ducem o dreaptă care să facă cu direcţia MO un unghiu $\Psi = 90°$; această dreaptă este de sigur perpendiculară pe dreapta y. Dacă raportul puterilor este spre exemplu:

$$\frac{P_{r2}}{P_K} = x = 0{,}2,$$

ducem pe dreapta x începând din O un segment de 2 cm dirijat în sus. Dreapta care uneşte extremitatea acestui segment cu M reprezintă în acest caz raportul tensiunilor. Dreapta x va fi locul geometric al raportului tensiunilor, pentru o sarcină pur reactivă în punctul de consumaţie şi putem înscrie pe această linie $\cos\varphi = 0$. Dacă însă sarcina reactivă este capacitivă, trebue să ducem segmentul x din O în jos.

Cele două drepte Y şi X formează un sistem de axe. In cadranele lor se află punctele corespondente ale tuturor rapoartelor de puteri mixte posibile. Dacă în punctul de consumaţie sunt branşate o sarcină activă cu raportul de putere $x = 0{,}4$ şi o sarcină reactivă cu raportul de putere $x = 0{,}2$, raportul s al putinţelor aparente este $s = \frac{P_2}{P_K}$ şi reprezentat prin punctele de coordonate $y = 0{,}4$ şi $x = 0{,}2$, căci $s^2 = y^2 + x^2$. Dreapta de legătură $MP = 1{,}39$ reprezintă raportul tensiunilor corespondente putând citi de asemenea unghiul δ.

Dacă ducem o dreaptă prin O şi P, ea face cu axul Y unghiul φ_2, căci trebue să avem $\operatorname{tg}\varphi_2 = \frac{x}{y}$.

Este clar că pe această rază se găsesc toate rapoartele de tensiune pentru această diferenţă de fază. Am găsit deja trei raze care sunt locurile geometrice ale rapoartelor de tensiune cu defazaje constante. Dacă luăm φ_2 ca parametru obţinem un fascicol complet de raze cu punct de intersecţie comun în O.

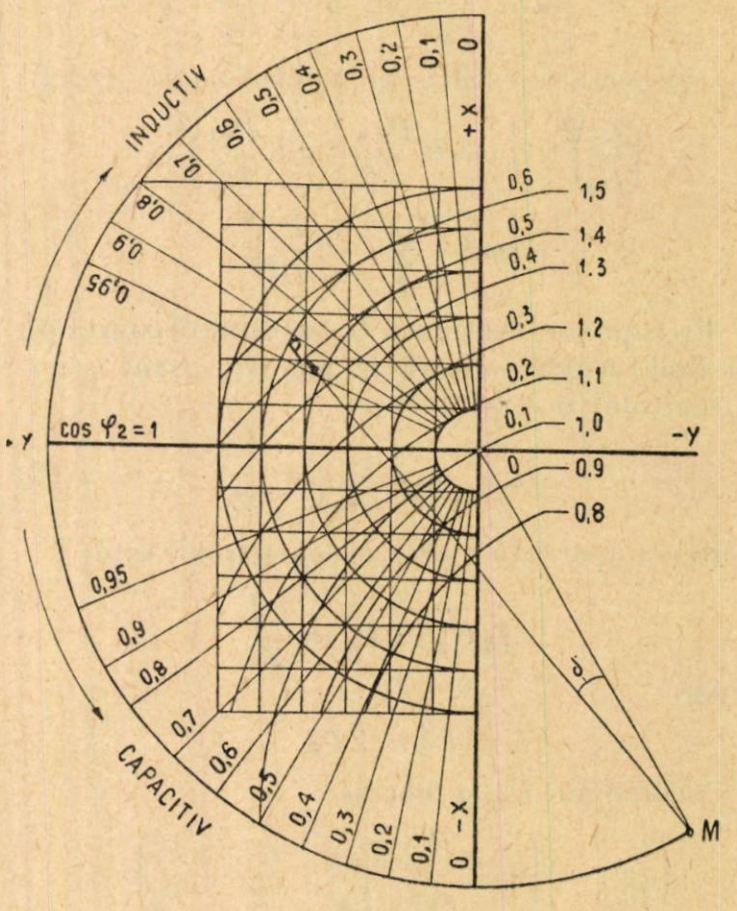


Fig. 4.

Până acum am obţinut prin trei puncte figurative ale sarcinii, rapoartele tensiunilor, care sunt toate diferite. Punctele figurative ale sarcinilor pentru care rapoartele tensiunilor sunt egale, spre exemplu 1,39, trebue să se găsească pe circumferinţa cu raza MP şi centrul în M. Putem trasa astfel cercurile corespunzătoare ale diferitelor valori ale rapoartelor de tensiune şi obţinem o familie de cercuri concentrice cu centrul în M. In fine am văzut că raportul s al puterilor aparente poate fi exprimat prin raportul puterilor reactive x după ecuaţia:

$s^2 = y^2 + x^2$. Pentru toate valorile lui x și y în care suma patratelor lor este constantă, obținem un cerc cu raza s, iar pentru diferite valori ale lui s, obținem o familie de cercuri concentrice cu centrul în O.

Am găsit astfel o serie de locuri geometrice (fig. 4); rețeaua de coordonate în raport cu X și Y fiind trasată, ne permite ușor a reporta punctul P.

PIERDERI, PUTERE DEBITATĂ, RANDAMENT

Linia transmite curentul I; $I = \sqrt{I_{a2} - I_{r2}}$ în care pierderile sunt:

$$V_a = I^2 R.$$

In cazul încărcării liniei la scurt circuit inversat pierderile prin încălzire sunt:

$$V_{aK} = \left(\frac{P_K}{U_2}\right)^2 R$$

Făcând raportul expresiilor acestor două grupe de pierderi obținem:

$$\frac{V_a}{V_{aK}} = \frac{I^2 U_2^2}{P_K^2} = \left(\frac{P_a}{P_K}\right)^2 = s^2 \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Pierderile în cazul scurtcircuitului inversat pot fi calculate ușor, iar raportul puterii aparente se citește pe diagramă; va fi deci simplu să se calculeze pierderile V_a, determinându-se astfel puterea activă primară P_{a1}.

Randamentul η al transportului care ne interesează mai mult decât aceste mărimi este dat de relația:

$$\eta = \frac{P_{a2}}{P_{a1}} = \frac{P_{a2}}{P_{a2} + V_a}$$

Dacă multiplicăm numărătorul și numitorul prin $\frac{1}{P_K}$ obținem:

$$\eta = \frac{\frac{P_{a2}}{P_k}}{\frac{P_{a2}}{P_k} + \frac{V_a}{P_K}\left(\frac{P_2}{P_k}\right)^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

iar dacă întroducem valoarea precedentă pentru V_a; $V_a = P_k \cos \Psi$, adică în caz de scurtcircuit inversat pierderile sunt chiar puterile active ale scurtcircuitului inversat, pentrucă știm că unghiul Ψ este dat de relația (3), iar

$$\eta = \frac{\frac{P_{a2}}{P_k}}{\frac{P_{a2}}{P_k} + \cos \Psi \left(\frac{P_2}{P_k}\right)^2} \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

putem scrie deci:

$$\left(\frac{P_2}{P_k}\right)^2 = \left(\frac{P_{a2}}{P_k}\right)^2 + \left(\frac{P_{r2}}{P_k}\right)^2$$

sau notând cu y și x rapoartele de puteri reactive obținem:

$$\eta = \frac{y}{y + \cos \Psi (y^2 + x^2)} \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

sau sub altă formă:

$$y^2 + x^2 - \frac{1 - \eta}{\eta \cos \Psi} y = 0$$

Această ecuație reprezintă o familie de curbe în care η este parametru, căci pentru o linie dată, cos. Ψ este o constantă.

Ne dăm seama în acest caz că este vorba de o familie de cercuri ale căror centre sunt pe axa Y și tangente pe axa X la origină. Razele cercurilor le obținem:

$$r = \frac{1 - \eta}{2 \eta \cos \Psi}$$

Dacă spre exemplu, la o linie al cărei unghiu $\Psi = 60^0$, cos $\varphi = 0{,}5$ căutăm raza cercului pentru un randament de 0,8, găsim:

$$r = \frac{1 - 0{,}8}{2.0{,}8.0{,}5} = 0{,}25$$

Cum segmentul MO a fost ales de 10 cm raza cercului va fi 2,5 cm. Cu această rază trasăm un cerc al cărui centru este pe axa Y și a cărui

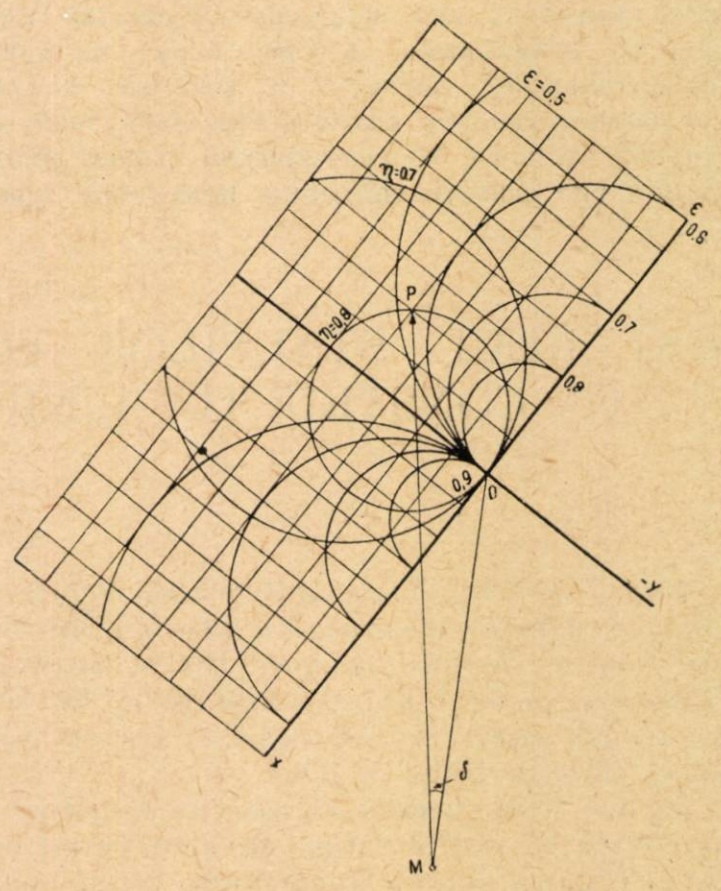


Fig. 5.

circumferință trece prin origină. După același sistem trasăm razele corespunzătoare pentru alte randamente.

Pentru a nu încărca fig. 4, am desenat separat această familie de cercuri (fig. 5); trasăm din nou dreapta MO și sub un unghiu de 60° sistemul axelor. Pe acest sistem de axe înscriem

familia cercurilor, la dreapta şi stânga absciselor, la fel ca pentru cazul unei sarcini generatrice în punctul de consumaţie.

Inafară de pierderile prin încălzire V_a, uzina trebue să furnizeze şi o energie reactivă V_r necesară pentru excitarea câmpului magnetic pe linie şi care este dat de relaţia: $V_{ra} = \omega L I^2$, iar puterea reactivă de relaţia:

$$P_{r1} = P_{r2} + V_r$$

Dacă însemnăm cu ε raportul sarcinilor reactive primare şi secundare se obţine:

$$\varepsilon = \frac{\frac{P_{r2}}{P_k}}{\frac{P_{r2}}{P_k} + \frac{V_r}{P_k}\left(\frac{P_2}{P_k}\right)^2} \text{ sau } \varepsilon = \frac{x}{x + \sin\Psi(y^2 + x^2)} \quad (10)$$

Şi această ecuaţie reprezintă o familie de cercuri corespondente care permite o rotaţie de 90^0 la familia cercurilor trasate precedent. Centrele cercurilor fiind pe axa X, razele lor vor fi:

$$r = \frac{1 - \varepsilon}{2\varepsilon \sin\Psi}$$

Fig. 5 reprezintă familia cercurilor. Pentru o sarcină capacitivă vom presupune această familie de cercuri văzută în oglindă.

Astfel s'au obţinut toate diagramele necesare calculului pornind dela constantele liniilor R_o şi ωL_o, cu ajutorul construcţiilor grafice arătate mai sus, în cazul unei linii de transport la care se cunoaşte sarcina activă şi reactivă, precum şi tensiunea ce trebue menţinută constantă la receptor (cap), determinând totodată şi tensiunea la uzină (generatricea).

Bibliografie

Andrianov V. I. şi *Zahalin A. G.:* Sisteme de distribuţie şi calculul electric al reţelelor.
Ossanna J.: Diagrame.

ГРАФИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Резюме

Линии передачи электрической энергии обыкновенно расчитываются численно, однако, если мы думаем, что элементы расчета, т. е. постоянные линий, которые мы вводим в формулы, являются, с одной стороны, лишь средними величинами и что вероятные нагрузки являются величинами, которые берут по приблизительному расчету и которые могут не соответствовать фактическим нагрузкам, с другой стороны, то графический расчет этих линий вне всякого сомнения покажется правильнее численного расчета, стремясь все более и более утвердиться и по точности играя роль графической статики в машиностроении

В этой статье, исходя от констант R_o и ωL, в случае линии, по которой известно напряжение у входа и активная и реактивная мощность приемника, были определены все остальные элементы, при помощи геометрических построений, которые затем были проверены аналитически.

CALCULUL STÂLPILOR PORTALI DE LEMN, FOLOSIŢI LA CONSTRUCŢIA LINIILOR ELECTRICE AERIENE

de ing. P. MILITARU şi ing. C. MARINESCU

Planul de Electrificare al Republicii Populare Române prevede construirea a sute de kilometri de linii de înaltă tensiune. Dintre acestea, liniile aeriene de 35 kV precum şi cele de 110 kV cu simplu circuit se vor construi în cea mai mare parte pe stâlpi de lemn.

Pentru liniile aeriene cu izolatori suspendaţi, s'a impus la susţinere tipul de stâlp portal de lemn (fig. 1), la care conductorii activi sunt aşezaţi în acelaş plan orizontal. La aceşti stâlpi, conductorii de protecţie (firele de pământ) sunt fixaţi pe vârful picioarelor stâlpului portal. Pentru preluarea forţelor exterioare perpendiculare pe linie, stâlpii portali se prevăd cu două diagonale. O astfel de construcţie este un sistem static nedeterminat. Pentru a uşura proiectarea acestor stâlpi, se vor stabili în cele ce urmează relaţiile cu care se calculează eforturile în bare. Valorile acestor eforturi sunt necesare pentru dimensionarea diferitelor ele mente de construcţie ale acestor stâlpi.

I. EFORTURILE IN BARE PENTRU FORŢE EXTERIOARE IN PLANUL STÂLPULUI.

Aşa cum se constată din fig. 2, asupra stâlpului acţionează următoarele forţe.:

H_c — forţa vântului pe un conductor activ;

X_3 — partea din forţa vântului pe cei trei conductori activi, care se repartizează pe piciorul din stânga al stâlpului;

X_3' — partea din forţa vântului pe cei trei conductori activi, care se repartizează pe piciorul din dreapta al stâlpului;

H_p — forţa vântului pe un conductor de protecţie (fir de pământ);

p_v — forța vântului pe un metru liniar de stâlp, considerând un diametru mediu al stâlpului;

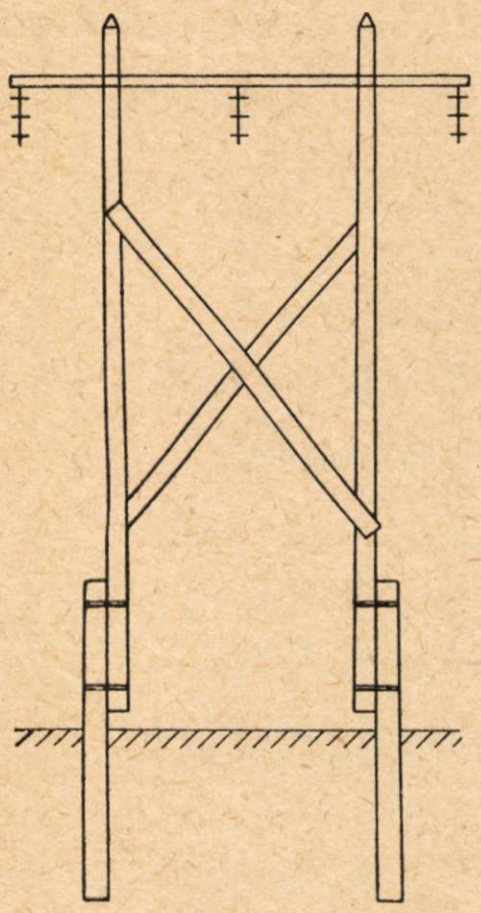


Fig. 1.

R_1 T — forțele axiale în diagonale;

X_1 Y_1 — componentele orizontală și verticală ale forței R;

X_2, Y_2 — componentele orizontală și verticală ale forței T;

X_1, X' — reacțiunile orizontale ale solului;

Y_1, Y' — reacțiunile verticale ale solului, și

M_0, Mo' — momentele de încastrare la nivelul solului.

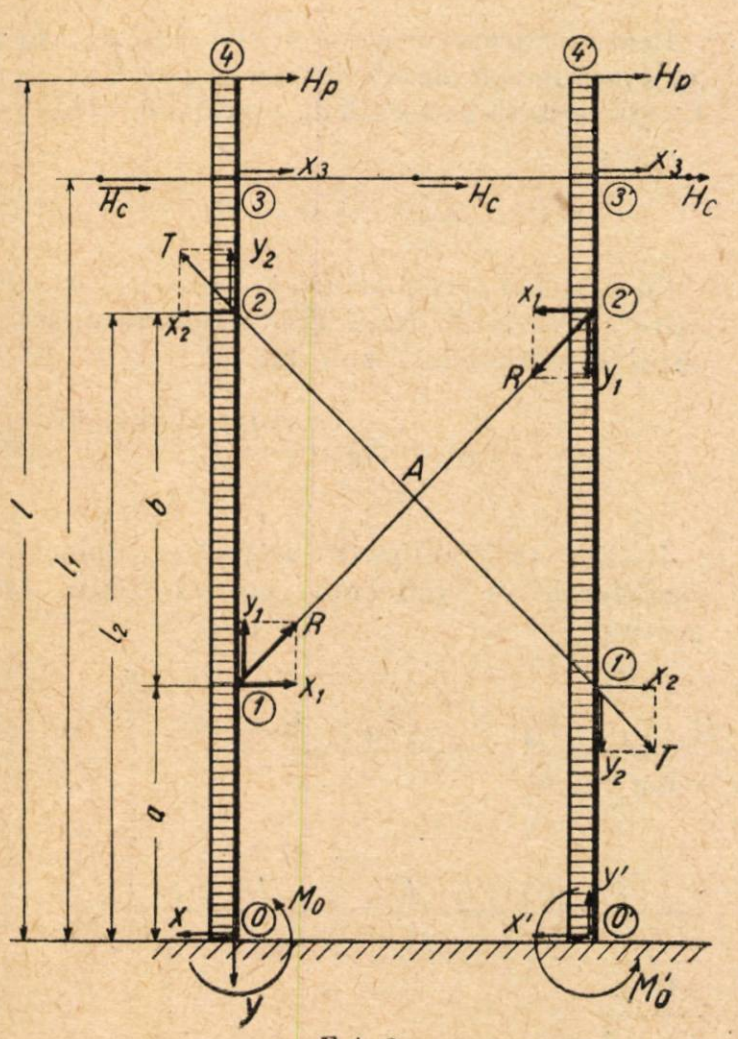
Forțele vântului H_c, H_p și p_v pe conductori și stâlpi se calculează cunoscând diametrii exteriori ai conductorilor și stâlpilor cu o presiune a vântului de 125 kg pe un metru pătrat de suprafață bătută de vânt și introducând un coeficient de reducere de 0,6 pentru corpuri rotunde. Celelalte forțe sunt necunoscute și stabilirea relațiilor pentru calculul lor formează obiectul articolului de față.

Sub acțiunea forțelor exterioare, stâlpul portal se deformează și nodurile 1, 2, 3, 4 și 1′, 2′, 3′, și 4′ (fig. 2) se deplasează săgețile orizontale ale stâlpului în aceste puncte fiind x_1, x_2, x_3, x_4 și x_1', x_2', x_3', x_4'. Se consideră că diagonalele stâlpului sunt practic nedeformabile sau, ceeace este același lucru, că deformațiile axiale ale diagonalelor sunt neglijabile față de săgețile picioarelor verticale ale cadrului. In această ipoteză foarte apropiată de realitate, săgeata în punctul 1 este egală cu săgeata în punctul 2′ și săgeata din punctul 2 este egală cu săgeata din punctul 1′:

$$x_1 = x_2' \quad ; \quad x_2 = x_1' \qquad (1)$$

Deasemenea, considerând că deformația axială a consolei este neglijabilă, rezultă egalitatea săgeților în punctele 3 și 3′:

$$x_3 = x_3' \qquad (1')$$



Fgi. 2.

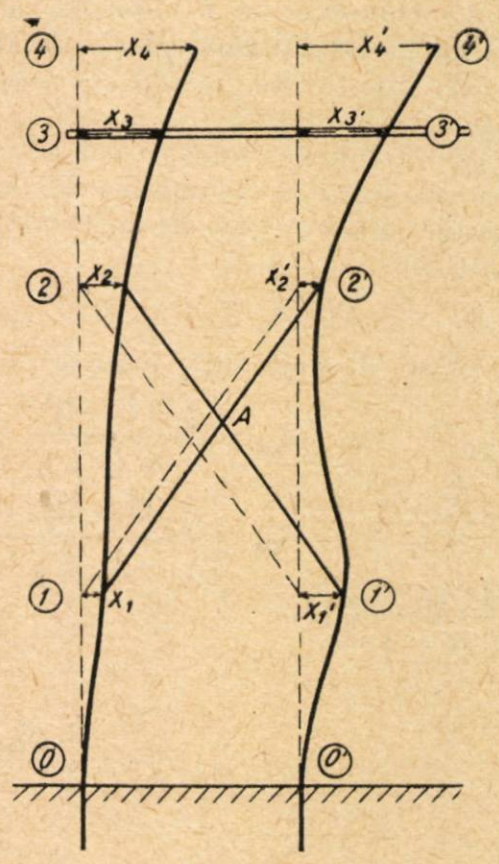


Fig. 3.

Deși, în punctul de intersecție A, diagonalele sunt îmbinate printr'un bulon, aceasta nu poate împiedica deplasări axiale ale diagonalelor, deoarece bulonul nu este rigid, din cauza lungimii

sale relativ mari. Axele deformate ale picioarelor verticale ale stâlpului se prezintă în aceste ipoteze ca în fig. 3.

Pentru determinarea săgeților stâlpului portal se folosește principiul suprapunerii efectelor. Săgeata stâlpului într'un punct este egală cu suma săgeților parțiale produse de fiecare forță, care acționează asupra piciorului vertical respectiv.

Săgeata stâlpului în punctul 1 este dată de relația:

$$x_1 = \delta_{11} X_1 - \delta_{12} X_2 + \delta_{13} X_3 + \\ + \delta_{14} H_p + \delta_{1v} p_v \qquad (2)$$

în care $\delta_{11}X_1$ este săgeata produsă în punctul 1 de forță X_1, $\delta_{12}X_2$ săgeata produsă în acest punct de forță X_2, $\delta_{13}X_3$ săgeata produsă de forța X_3, etc. Factorii δ_{11}, δ_{12}, δ_{13} și δ_{14} sunt coeficienții de influență ai forțelor respective și reprezintă săgețile pe care le produc în nodul 1 forțe unitare acționând în celelalte noduri.

Conform relațiilor din anexă:

$$\left.\begin{aligned} \delta_{11} &= \frac{a^3}{3\,E\,I} & \delta_{14} &= \frac{a^2\,(3\,l - a)}{6\,E\,I} \\ \delta_{12} &= \frac{a^2\,(3l_2 - a)}{6\,E\,I} & \delta_{1v} &= \frac{a^2\,(6l^2 - 4al + a^2)}{24\,E\,I} \\ \delta_{13} &= \frac{a^2\,(3l_1 - a)}{6\,E\,I} \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

în care a, l, l_1, l_2, sunt distanțe, care au semnificațiile din fig. 2, E este modulul de elasticitate al lemnului, iar I momentul de inerție al secțiunii piciorului vertical al stâlpului. Momentul de inerție se consideră constant pe întreg piciorul.

In mod analog se stabilesc relațiile cu care se calculează săgețile stâlpului în celelalte puncte și expresiile coeficienților de influență.

Săgeata în punctul 2:

$$x_2 = \delta_{21} X_1 - \delta_{22} X_2 + \delta_{23} X_3 + \delta_{24} H_p + \delta_{2v} p_v \qquad (4)$$

Coeficienții de influență pentru punctul 2:

$$\left.\begin{aligned} \delta_{21} &= \delta_{12} & \delta_{24} &= \frac{l_2^2\,(3\,l - l_2)}{6\,E\,I} \\ \delta_{22} &= \frac{l_2^3}{3\,E\,I} & \delta_{2v} &= \frac{l_2^2\,(6l^2 - 4l_2\,l + l_2^2)}{24\,E\,I} \\ \delta_{23} &= \frac{l_2^2\,(3l_1 - l_2)}{6\,E\,I} \end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

Săgeata în punctul 3:

$$X_3 = \delta_{31} X_1 - \delta_{32} X_2 + \delta_{33} X_3 + \delta_{34} H_p + \delta_{3v} p_v \qquad (6)$$

Coeficienții de influență pentru punctul 3:

$$\delta_{31} = \delta_{13} \qquad \delta_{31} = \frac{l_1^2\,(3l - l_1)}{6\,E\,I}$$

$$\delta_{32} = \delta_{23}$$

$$\delta_{33} = \frac{l_1^3}{3\,E\,I} \qquad \delta_{3v} = \frac{l_1^2\,(6l^2 - 4l\,l_1 + l_1^2)}{24\,E\,I}$$

Săgeata în punctul 1′:

$$x_1' = \delta_{11} X_2 - \delta_{12} X_1 + \delta_{13} X_3' + \delta_{24} H_p + \delta_{1v} p_v$$

Săgeata în punctul 2′:

$$x_2' = \delta_{21} X_2 - \delta_{22} X_1 + \delta_{23} X_3' + \delta_{24} H_p + \delta_{2v} p_v$$

Săgeata în punctul 3′:

$$x_3' = \delta_{31} X_2 - \delta_{32} X_1 + \delta_{33} X_3' + \delta_{33} H_p + \delta_{3v} p_v$$

Inlocuind în relațiile (1) și (1′) expresiile săgeților, obținem trei ecuații:

$$\left.\begin{aligned} &\delta_{11}X_1 - \delta_{12}X_2 + \delta_{13}X_3 + \delta_{14}H_p + \delta_{1v}p_v = \\ &= \delta_{21}X_2 - \delta_{22}X_1 + \delta_{23}X_3' + \delta_{24}H_p + \delta_{2v}p_a \\ &\delta_{21}X_1 - \delta_{22}X_2 + \delta_{23}X_3 + \delta_{24}H_p + \delta_{2v}p_v = \\ &= \delta_{11}X_2 - \delta_{12}X_1 + \delta_{13}X_3' + \delta_{14}H_p + \delta_{1v}p_v \\ &\delta_{31}X_1 - \delta_{32}X_2 + \delta_{33}X_3 + \delta_{34}H_p + \delta_{3v}p_v = \\ &= \delta_{31}X_2 - \delta_{32}X_1 + \delta_{33}X_3' + \delta_{31}H_p + \delta_{3v}p_v \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

Pentru calculul necunoscutelor X_1, X_2, X_3 și X_3' avem nevoie de un sistem de patru ecuații. A patra ecuație este dată de condiția de echilibru a consolei:

$$X_3 + X_3' = 3\ H_c \qquad (9)$$

Cu ajutorul ecuațiilor (8) și (9) se pot calcula toate eforturile în bare. Efectuând calculele, se obțin următoarele rezultate:

$$X_3 = X_3' = \frac{3\,H_c}{2} \qquad (10)$$

Relația (11) se poate simplifica, înlocuind coeficienții de influență cu expresiile respective:

$$X_1 = X_2 = \frac{1{,}5\,H_c\,(\delta_{23} - \delta_{13}) + H_2\,(\delta_{24} - \delta_{14}) + p_v\,(\delta_{2v} - \delta_{1v})}{\delta_{11} + \delta_{22} - 2\,\delta_{12}} \qquad (11)$$

$$X_1 = X_2 = \frac{6\,(l_2^2 - a^2)\,(3\,l_1\,H_c + 2\,l\,Hp + p_v\,l^2) - 2\,(l_2^3 - a^3)\,(3\,l_1\ H_c + 2\,l\ Hp + p_v\,l^2)}{8\,(l_2^3 - 3\,a^2\,l_2 + 2\,a^3)} + \qquad (11')$$

$$+ \frac{(l_2^4 - a^4)\,p_c}{8\,(l_2^2 - 3\,a^2\,l_2 + 2\,a^3)}$$

Celelalte mărimi necunoscute se pot calcula foarte ușor cu ajutorul expresiilor (10), (11) și (11′).

Astfel eforturile axiale în diagonale au valorile:

$$R = T = \frac{X_1}{\sin \beta} = \frac{X_2}{\sin \beta} \qquad (12)$$

Componentele verticale ale forțelor R și T sunt:

$$Y_1 = Y_2 = \frac{X_1}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{X_2}{\operatorname{tg} \beta} \qquad (13)$$

Reacțiunile orizontale ale solului X și X' rezultă din ecuația de echilibru a forțelor orizontale:

$$X = X' = X_3 + Hp + p_v\, l = 1{,}5\, H_c + \\ + Hp + p_v\, l \qquad (14)$$

Reacțiunile verticale Y și Y' rezultă din ecuația de echilibru a forțelor verticale:

$$Y = Y' = Y_1 + Y_2 = 2\, Y_1 = 2\, Y_2 = \\ = \frac{2\, X_1}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{2\, X_2}{\operatorname{tg} \beta} \qquad (15)$$

Ecuațiile momentelor în raport cu punctele (0) și (0′) servesc pentru calculul momentelor de încastrare M_0 și M_0':

$$M_0 = M_0' = X_1\, a - X_2\, l_2 + X_3\, l_1 + Hp\, l + \\ + \frac{p_v\, l^2}{2} = 1{,}5\, H_c\, l_1 + Hp\, l + 0{,}5\, p_v\, l^2 - \\ - X_1\, (l_2 - a) \qquad (16)$$

II. EFORTURILE PENTRU FORȚE EXTERIOARE NORMALE PE PLANUL STÂLPULUI

In cazul ruperii unui conductor, forțele care acționează asupra stâlpului portal sunt normale pe planul său. Consola și diagonalele acestui stâlp nu solidarizează picioarele în direcție perpendiculară pe linie, astfel că se poate considera că picioarele se deformează independent unul de celălalt.

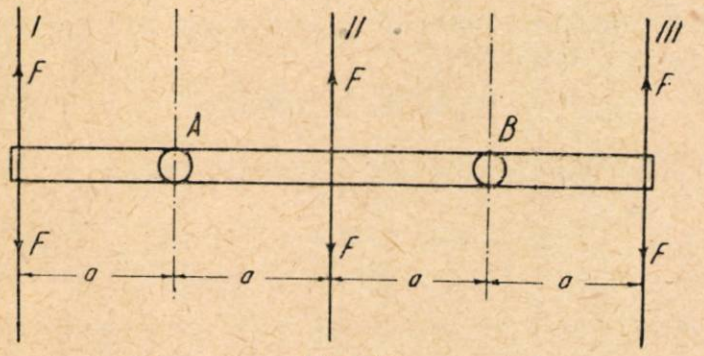


Fig. 4.

Fie F forța de tracțiune în conductor și 2a distanța între axele picioarelor. Brațele consolei au aceeași lungime, egală cu a (fig. 4).

Când se rupe conductorul din mijloc, fiecare picior al stâlpului este supus la o forță:

$$X_A = X_B = \frac{F}{2}$$

Când se rupe un conductor extrem, de exemplu conductorul *III*, eforturile nu se mai repartizează în mod egal pe cele două picioare ale stâlpului. In acest caz piciorul B al stâlpului se încovoaie mai mult decât piciorul A și consola se înclină cu unghiul α față de poziția inițială. Asupra consolei lucrează forțele din fig. 5, presupunând că forța F își păstrează

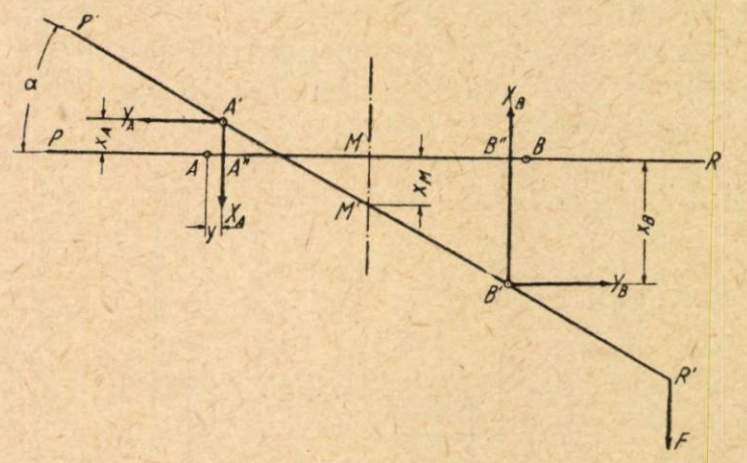


Fig. 5.

direcția după deplasarea consolei. Această ipoteză este foarte apropiată de realitate, având în vedere că lungimea totală a consolei este foarte mică față de distanța între stâlpi. In acest caz scriind ecuațiile de echilibru și ecuația momentelor în raport cu M', se obține:

$$\left.\begin{aligned} X_B &= F + X_a \\ Y_A &= Y_B \\ 2\, Fa \cos \alpha &= (Y_A + Y_B)\, a \sin \alpha + \\ &\quad + (X_A + X_B)\, a \cos \alpha \end{aligned}\right\} \qquad (17)$$

Forțele Y_A și Y_B perpendiculare pe axul liniei și care acționează asupra consolei sunt egale, deoarece forța F păstrându-și direcția nu are componentă perpendiculară pe axul liniei. Reacțiunile Y_A' și Y_B', care solicită picioarele stâlpului produc deplasările $\overline{AA''}$ și $\overline{BB''}$. Forțele fiind egale; rezultă că și deformațiile sunt egale, deci punctul de mijloc al consolei rămâne pe axul liniei după deplasarea consolei, mutându-se numai din M în M'.

Deplasarea consolei se datorește încovoierii picioarelor stâlpului. Deformațiile picioarelor (în domeniul elastic) sunt proporționale cu forțele care le-au produs:

$$\overline{A'\,A''} = x_A = \delta X_A$$
$$\overline{B'\,B''} = x_A = \delta X_B$$
$$\overline{A\,A''} = y \;\; = \delta Y_A$$

Coeficientul de proporționalitate δ are valoarea:

$$\delta = \frac{l^3}{3\, E\, I}$$

în care l este distanța dela axul consolei la sol.

Din fig. 5 rezultă:

$$x_A = \overline{A'M'} \sin\alpha - \overline{M\,M'} = a \sin\alpha - x_M$$
$$x_B = \overline{A'M'} \sin\alpha + \overline{M\,M'} = a \sin\alpha + x_M$$
$$y = \overline{A\,M} - \overline{A'M'} \cos\alpha = a\,(1 - \cos\alpha)$$

deci

$$\left.\begin{aligned} \delta\, X_A &= a \sin\alpha - x_M \\ \delta\, X_B &= a \sin\alpha + x_M \\ \delta\, Y_A &= a\,(1 - \cos\alpha) \end{aligned}\right\} \qquad (18)$$

Ecuațiile (17) și (18) formează un sistem de 6 ecuații cu ajutorul cărora se determină valorile necunoscutelor X_A, X_B, Y_A, Y_B α și x_M. Efectuând calculele, se obține:

$$\left.\begin{aligned} x_M &= \frac{F\,\delta}{2} \\ tg\alpha &= \frac{F\,\delta}{a} \\ X_A &= F\left[\frac{1}{\sqrt{\frac{F^2\,\delta^2}{a^2}+1}} - \frac{1}{2}\right] \\ X_B &= F\left[\frac{1}{\sqrt{\frac{F^2\,\delta^2}{a^2}-1}} + \frac{1}{2}\right] \\ Y_A = Y_B &= \frac{a}{\delta}\left[1 - \frac{1}{\sqrt{\frac{F^2\delta^2}{a^2}+1}}\right] \end{aligned}\right\} \qquad (20)$$

Reprezentând reacțiunile picioarelor stâlpului X_A, X_B și Y_A în funcție de forța F, se obțin curbele din fig. 6. Se observă că forțele X_B și

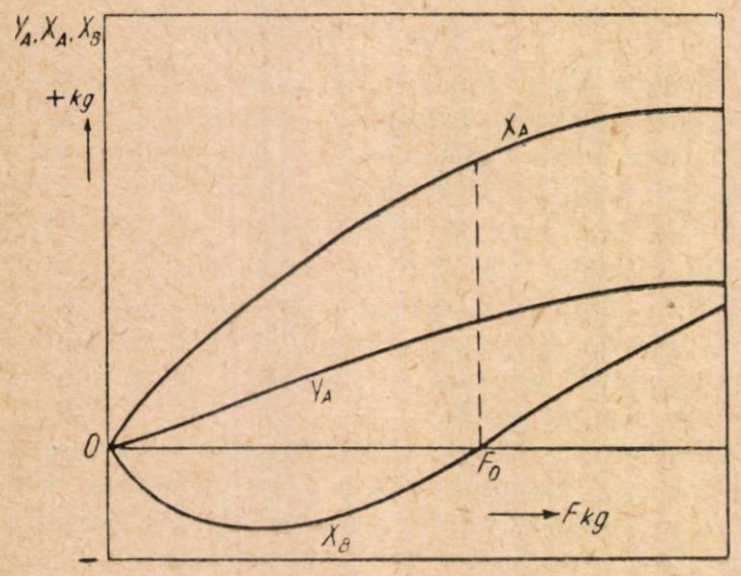


Fig. 6.

Y_A cresc continuu în același timp cu forța de tracțiune F. Forța X_B are valori negative (sensul ei este opus forței F) pentru valori ale forței F mai mici decât $F_0 = \frac{\sqrt{3}\,a}{\delta}$. Pentru o valoare a forței F egală cu F_0, forța X_A este egală cu zero, adică piciorul A al stâlpului nu este solicitat deloc. Pentru valoarea forței egală cu F_0, celelalte reacțiuni au valorile:

$$Y_{A_0} = Y_{B_0} = \frac{a}{2\,\delta}$$
$$X_{B_0} = F_0$$

Pentru valori ale forței F mai mari decât F_0, forța X_A devine pozitivă (sensul ei coincide cu sensul forței F) și crește continuu în același timp cu forța F.

Deformațiile picioarelor stâlpului (în direcție paralelă cu axul liniei) produse de momentele încovoietoare variază în același sens cu reacțiunile X_A și X_B. La forțe de tracțiune mici, piciorul B al stâlpului se deformează în sensul forței F și piciorul A în sens opus. Deformația piciorului B crește continuu cu forța F. Deformația piciorului A crește, atinge o valoare maximă în sens opus forței F și apoi începe să scadă. Pentru o valoare a forței $F = F_0 = \frac{\sqrt{3}a}{\delta}$ deformația piciorului A este nulă, iar pentru valori ale forței F mai mari decât F_0 își schimbă sensul și începe să crească.

III. EXEMPLU NUMERIC

Un stâlp portal de susținere pentru o linie de 35 kV are o distanță între axele picioarelor de 2a = 2,30 m, iar distanța între sol și axul consolei de 12,50 m. Linia este echipată cu 3 conductori de cupru de 70 mm² secțiune. Diametrul mediu al picioarelor stâlpului este 27 cm.

a) *Eforturile în bare pentru forțe exterioare în planul stâlpului.* Forțele vântului pe conductori au valorile:

$$H_c = 126 \text{ kg}; \quad H_p = 90 \text{ kg}$$

Forța vântului pe stâlp este:

$$p_v = 20{,}3 \text{ kg/m}$$

Dimensiunile stâlpului portal (fig. 2) au valorile:

$$a = 4{,}3 \text{ m}; \quad l_1 = 12{,}5 \text{ m}$$
$$l_2 = 10{,}5 \text{ m}; \quad l = 13{,}75 \text{ m}$$

Înlocuind aceste cifre în formula (11′), se determină componentele orizontale ale eforturilor în diagonale:

$$X_1 = X_2 = 598 \text{ kg}$$

Eforturile axiale în diagonale sunt:

$$R = T = \frac{X_1}{\sin\beta} = 1710 \text{ kg}$$

Momentul de încastrare la nivelul solului:

$$M_0 = 1024 \text{ kgm}$$

b) *Eforturile pentru forțe exterioare normale pe planul stâlpului.* Forța la care se calculează stâlpul la ruperea conductorului *III* (fig.5) este

egală, conform prescripţiilor, cu jumătate din forţa de tracţiune maximă în conductor:

$$F = \frac{1}{2} T_{max} = 602 \text{ kg}$$

Coeficientul de proporţionalitate între forţe şi deformaţii:

$$\delta = \frac{l_1^3}{3\,E\,I} = \frac{1250}{3 \text{ x } 100.000 \text{ x } 26.087} = 0{,}249$$

Reacţiunile picioarelor stâlpului au valorile:

$$X_A = 0{,}108 \text{ x } 602 = 65 \text{ kg}$$

$$X_B = 1{,}108 \text{ x } 602 = 667 \text{ kg}$$

$$Y_A = Y_B = 181 \text{ kg}$$

Cu ajutorul eforturilor astfel calculate, se pot dimensiona toate elementele de construcţie ale stâlpului.

IV. CONCLUZII

Calculele prezentate s'au efectuat considerând picioarele stâlpului cilindrice, adică luând un diametru mediu pentru aceste picioare. Introducerea de diametre variabile ar fi complicat foarte mult calculele, fără să modifice simţitor rezultatele. Deasemenea s'a luat în considerare un moment de inerţie constant pe toată lungimea picioarelor stâlpului.

In cazul când stâlpul este prevăzut cu adaose fixate cu buloane, se vor introduce în calcule valori mai mici decât cele reale pentru distanţele a, l_2, l_1 şi l, ţinând seama că momentele de inerţie la baza piciorului sunt mai mari şi că săgeţile picioarelor sunt deci mai mici.

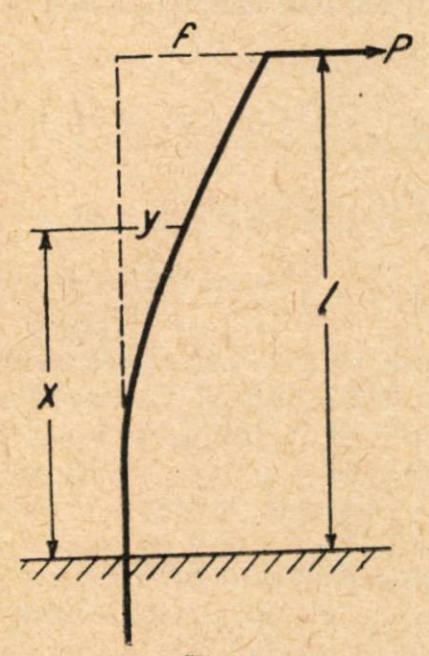


Fig. 7.

In cazul când stâlpul are adaose fixate prin bandaje de sârmă şi buloane, astfel ca suprafaţa de contact între stâlp şi adaose să fie paralelă cu axul liniei, se introduce deasemenea la calculul eforturilor, pentru forţe exterioare în planul stâlpului, valori mai mici decât cele reale ale distanţelor a, l_2, l_1 şi l. Pentru forţe normale pe planul stâlpului, se întroduc în calcule valorile reale ale distanţelor de mai sus, deoarece bandajele reprezintă legături elastice, care permit înclinări ale picioarelor sub acţiunea forţelor produse de ruperea conductorilor.

ANEXA

Formulele pentru calculul deformaţiilor grinzilor încastrate.

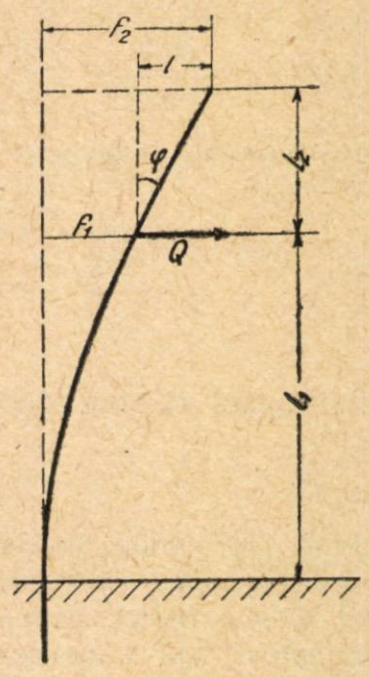


Fig. 8.

a) *Grindă încastrată cu o sarcină la capăt.* Ecuaţia axei deformate (fig. 7):

$$y = \frac{P x^2}{6\,E\,I}(3\,l - x)$$

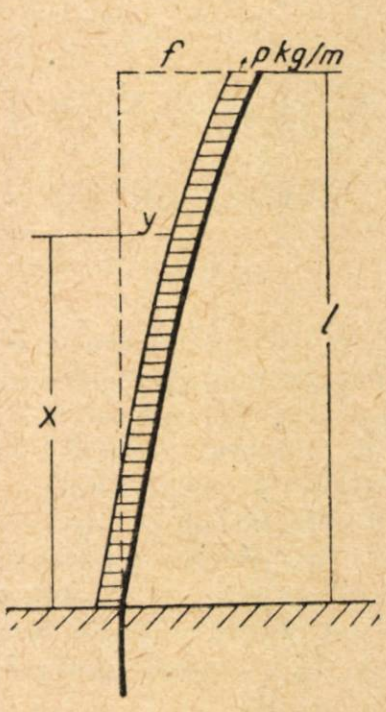


Fig. 9.

Săgeata maximă se calculează cu relaţia:

$$f = \frac{P\,l^3}{3\,E\,I}$$

b) *Grindă încastrată cu o sarcină intermediară.* In punctul de acţionare a forţei Q (fig. 8) săgeata este:

$$f_1 = \frac{Q\, l_1^3}{3\, E\, I}$$

Pe porţiunea dela punctul de acţionare al forţei Q până la capăt, grinda nu se curbează, astfel că axa deformată este o dreaptă pe această porţiune.

Săgeata grinzii la capăt este:

$$f_2 = f_1 + e = \frac{Q\, l_1^3}{3\, E\, I} + l_2 \operatorname{tg} \varphi$$

Tangenta unghiului de deformare în dreptul forţei Q are valoarea:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q\, l_1^2}{2\, E\, I}$$

astfel că săgeata grinzii la capăt devine:

$$f_2 = \frac{Q\, l_1^3}{3\, E\, I} + \frac{Q\, l_1^2\, l_2}{2\, E\, I} = \frac{Q\, l_1^2}{6\, E\, I}\,(2\, l_1 + 3\, l_2)$$

c) *Grinda încastrată cu o sarcină uniform distribuită.* Ecuaţia axei deformate (fig. 9)

$$y = \frac{p\, x^2}{24\, E\, I}\,(6\, l^2 - 4\, l\, x + x^2)$$

Săgeata maximă este dată de relaţia:

$$f = \frac{p\, l^4}{8\, E\, I}$$

РАСЧЕТ П-ОБРАЗНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ СТОЛБОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВОЗДУШНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

Резюме

Использование деревянных столбов, в деле строительства воздушных электрических линий, является в некоторых случаях самым выгодным решением. Для напряжений от 35 до 110 кв., тип П-образного деревянного столба, укрепленного двумя диагоналами, является самым рациональным.

Т. к. это строительство является статической неопределенной системой, точного метода рассчета этих столбов не существует.

Авторы настоящей статьи разрешают, на основании эластичных деформаций, вопрос определения усилий, которые переносят элементы столба. Устанавливают, что внешние силы, действуя перпендикулярно линии, нагружают стойки, как на изгиб, так и на сжатие, или же срез.

Внешние силы, вызванные обрывом крайнего провода, производят деформации и неодинаковые изгибы двух устоев, при чем при незначительных усилиях, деформации происходят даже в противоположных направлениях.

CONDENSATORI ELECTROLITICI

CARACTERISTICE ELECTRICE ŞI MĂSURAREA LOR

de *AUREL DAVIDESCU*

Condensatorul electrolitic are azi o importanţă capitală în diferite aplicaţiuni ale electrotehnicei şi electronicei ca: telecomunicaţii, dispozitive electronice de măsură, control sau comandă, motoare electrice şi multe altele.

Mulţumită cercetărilor ştiinţifice susţinute şi perfecţionării procedeelor tehnologice, condensatorul electrolitic este azi o piesă de un nivel calitativ ridicat, ale cărui performanţe şi caracteristice sunt bine studiate putând fi măsurate şi controlate precis.

Şi în acest domeniu s'a afirmat superioritatea tehnică a fabricatelor sovietice.

Aparatele de radio-recepţie, construite în ţară cu o parte din material fabricat în Uniunea Sovietică, sunt echipate cu condensatori electrolitici sovietici, ale căror caracteristice şi performanţe în funcţionare sunt excelente.

Faţă de importanţa acestui element de construcţie în electronică şi electrotehnică, vom încerca în cadrul acestui articol să arătăm care sunt constantele electrice ale condensatorilor electrolitici, normele, precum şi metodele de măsură.

Condensatorul electrolitic fiind un dispozitiv electrochimic, controlul şi măsurătorile trebue să se extindă şi în timpul fabricaţiunii asupra diferiţilor factori şi elemente chimice şi electrochimice care îi determină calitatea (această problemă va fi tratată într'un articol viitor).

Condensatorul electrolitic (fig.1) are o armătură anoda — din aluminiu pur pe care este depusă prin electroliză o peliculă dielectrică de oxid de aluminiu Al_2O_3, cu o grosime inferioară unui micron. Armătura negativă e formată dintr'un electrolit — la condensatorul cu lichid —

care e imobilizat la condensatorii denumiţi uscaţi.

Legătura electrică se face printr'o placă de aluminiu K numită impropriu catodă, dar care

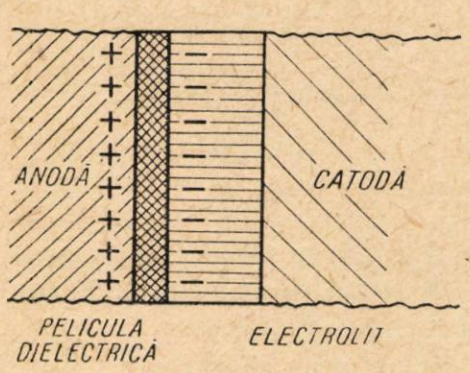


Fig. 1.

poate fi şi din alt metal faţă de care electrolitul este neutru.

I. CARACTERISTICE ELECTRICE

Un condensator electrolitic cu lichid sau uscat are următoarele caracteristice electrice:

1. Tensiunile de lucru şi de vârf.
2. Capacitatea.
3. Curentul de fugă.
4. Factorul de pierdere.

Pe orice condensator sunt indicate de fabrică capacitatea precum şi tensiunile de lucru şi de vârf. Celelalte două caracteristice electrice sunt menţionate în catalog, sau pot fi măsurate.

In cele ce urmează vom arăta ce sunt cele 4 caracteristice electrice, precum şi influenţa lor asupra funcţionării condensatorului electrolitic.

Tensiunea maximă aplicabilă condensatorului se numeşte *tensiune de vârf.*

Tensiunea maximă care se poate aplica în regim permanent la bornele condensatorului se numeşte *tensiune de lucru.* La condensatorii de filtraj pentru tensiuni de peste 100 V, tensiunea de lucru este aproximativ 90% din cea de vârf, pe când la cei de negativare pentru tensiuni de 6—10 V ea este cam 75% din tensiunea de vârf. După cum vom vedea mai departe tensiunile de lucru şi de vârf se pot stabili şi din curba variaţiei curentului de fugă, în funcţie de tensiunile aplicate.

CAPACITATEA

Formula fundamentală a condensatorului este:

$$C = \frac{\varepsilon F}{4 \pi d}$$

în care

ε = constanta dielectrică;
F = suprafaţa armăturilor;
d = grosimea dielectricului.

Condensatorul electolitic se caracterizează printr'o capacitate mare la un volum redus. Pelicula dielectrică are grosimi foarte mici fiind formată prin electroliză pe suprafaţa anodei. Grosimea ei este astfel determinată încât să reziste tensiunii de lucru aplicată condensatorului.

Constanta dielectrică a peliculei dielectrice de Al_2O_3 are valoarea 8, o cifră ridicată faţă de alte dielectrice uzuale.

In fine, suprafaţa F a armăturilor e mărită artificial prin anumite procedee chimice sau electrochimice.

Prin ridicarea temperaturii ambiante capacitatea condensatorului *creşte* prin mărirea vitezei de mişcare a ionilor electrolitului, care pătrund astfel mai adânc în porii dielectricului micşorând astfel distanţa faţă de anodă.

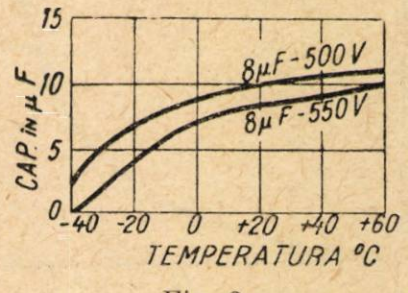


Fig. 2.

La scăderi de temperatură, capacitatea *scade* prin inversarea fenomenului de mai sus

In curbele dela fig. 2 se arată variaţia de capacitate a doi condensatori electrolitici cu lichid de tip curent, în funcţie de variaţia temperaturii între — 40°C şi + 60°C

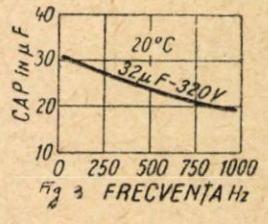


Fig. 3.

Capacitatea mai variază, după cum se vede în fig 3. şi cu frecvenţa tensiunii aplicate. Acest lucru e important de reţinut când vrem să măsurăm capacitatea unui condensator electrolitic. Dealtfel frecvenţa alternativă admisă de normele sovietice pentru măsurători trebue să fie întotdeauna 50 Hz.

O inversare a polarităţii condensatorului duce la deteriorarea lui rapidă prin distrugerea peliculei dielectrice produsă de desvoltarea bruscă de gaze şi căldură. Alţi autori susţin că această distrugere e produsă de anodizarea catodei, dar probabil că ambele fenomene contribue într'o măsură oarecare la aceasta.

CURENTUL DE FUGĂ

Pelicula dielectrică nu e un izolant perfect ci lasă să treacă un curent continuu numit ***curent de fugă.*** Curentul de fugă e produs pe deoparte de electroni liberi care trec prin reţeaua de cristale a stratului de oxid de aluminiu, de sarcinile ionilor care reuşesc să pătrundă prin acest strat şi pe de altă parte, de impurităţile de metale străine conţinute în anodă. Inafară de cauzele

enumerate mai sus curentul de fugă e determinat și de valoarea rezistenței electrolitului.

Curentul de fugă, după cum se vede în fig.4, crește la un condensator electrolitic aproape liniar cu tensiunile de curent continuu aplicate până ce se atinge valoarea tensiunii de formare a anodei, adică a peliculei dielectrice de $Al_2 O_3$. Dela acest punct curba crește brusc pentru ridicări foarte mici ale tensiunii. Din această curbă se poate deduce tensiunea de vârf și cea de lucru a condensatorului.

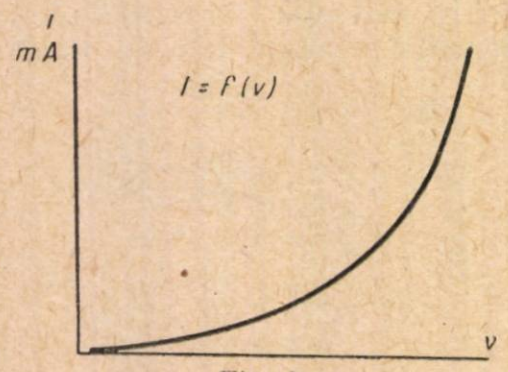


Fig. 4.

Cu ridicarea temperaturii (fig. 5) viteza de propagare a ionilor și deci și energia cinetică a lor crește, astfel că un număr mai mare de ioni vor reuși să treacă prin pelicula dielectrică, *mărind astfel curentul de fugă*. Altă cauză de creștere a curentului de fugă este pătrunderea mai intensă a electrolitului în porii dielectricului.

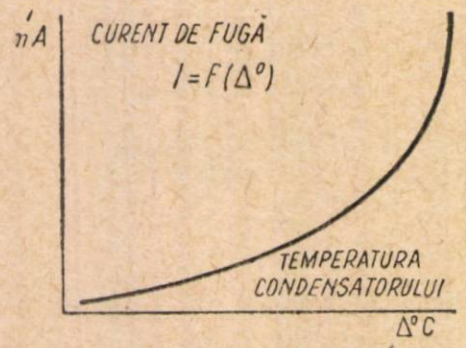


Fig. 5.

La un condensator care a stat mai mult timp neîntrebuințat, curentul de fugă poate atinge la punerea în funcțiune, valori mai mari decât cele normale. De aceea citirea curentului de fugă trebue să se facă după un timp oarecare, după cum vom vedea mai departe, dela punerea condensatorului sub tensiune.

Un condensator electric bine construit nu trebue să aibă, chiar după o depozitare îndelungată, un curent de fugă exagerat care ar putea să-l deterioreze prin supraîncălzire, iar pe de altă parte, acest curent trebue să scadă repede la valoarea normală.

FACTORUL DE PIERDERE

Condensatorul electrolitic este supus, în circuitele de utilizare, la o tensiune continuă căreia i se suprapune o componentă de tensiune alternativă mai redusă, datorită ondulațiunilor curentului redresat.

Schema echivalentă a unui condensator electrolitic este indicată în fig. 6 în care:

C = Capacitatea condensatorului formată din: anodă, pelicula de oxid, gazele incluse în ea precum și de zona cuprinsă între peliculă și electrolit.

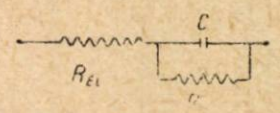


Fig. 6.

R_0 = Rezistența în paralel cu această capacitate datorită rezistivității finite la curent continuu a peliculei dielectrice.

R_{El} = Rezistența în serie a electrolitului.

R_0 poate fi transformat într'o rezistență în serie R'_0 și atunci avem următoarea schemă echivalentă (fig. 7):

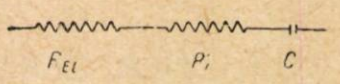


Fig 7.

Aceste două rezistențe însumate dau *rezistența în serie echivalentă* R a condensatorului electrolitic deci:

$$R = R_{El} + R'_0$$

Această rezistență-serie R este cauza pentru care tensiunea și curentul componentei alternative sunt decalate cu un unghiu de $(90^0 - \delta)$. Tangenta acestui unghiu tg δ se numește factor de pierdere și măsoară pierderile în condensator.

Formula factorului de pierdere este.

$$\text{tg } \delta = RC\ \omega$$

R = Rezistența-serie a condensatorului.
C = Capacitatea condensatorului.
$\omega = 2\ \pi\ f$ —pulsația

Factorul de pierdere este influențat și de temperatura condensatorului și anume scade în raport cu creșterea temperaturii.

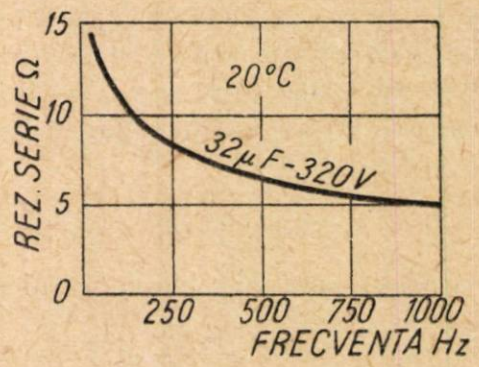


Fig. 8.

In fig. 8 dăm pentru un condensator uzual, variația rezistenței serie în funcție de creșterea temperaturii, iar în fig. 9 în funcție de creșterea frecvenței componentei alternative. Frecvența la care să măsoară condensatorii electrolitici, după cum am mai arătat, s'a convenit să fie 50 Hz, iar la evaluarea factorului de pierdere trebue menționată și temperatura de regim.

II. NORME UZUALE DE MĂSURĂ

Normele sovietice B T Y — 624—48 și B T Y 623—48 prevăd următoarele toleranțe și prescripții de măsuri ale caracteristicelor electrice pentru condensatorii electrolitici uscați tip K E și ermetici tip KEG.*)

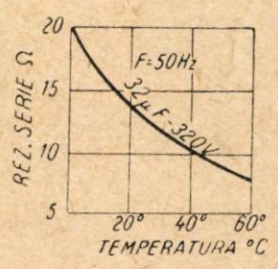


Fig. 9.

Datele ce urmează privesc grupa *M* de condensatori ce se pot întrebința la temperaturi între —40°C și + 60°C.

a). *Capacitate.* Normele prevăd trei clase de toleranțe și anume:

Clasa IV cu toleranțe + 20% — 10%
» V » + 30% — 20%
» VI » + 50% — 20%

Măsurarea capacității se va face la temperatura ambiantă de 20° ± 5°C și va fi efectuată prin orice metodă care dă o precizie de ± 5%.

Condensatorului i se aplică tensiunea continuă căreia i se suprapune o componentă alternativă de 50 Hz, având valorile arătate în tabela I.

Tabela I

Capacitatea în μF	Amplitudinea componentei alternative în procente față de tensiunea de lucru în curent continuu		
	Până la 50 V	150—450 V	500 V
2— 20	15	10	10
30—100	10	6	—
Peste 100 μF	5	—	—

b. *Curentul de fugă.* Măsurarea curentului de fugă se face la o tensiune continuă egală cu tensiunea de lucru a condensatorului și prin orice metodă care dă o precizie de ± 5%. Citirile se vor face la 10 min. după aplicarea tensiunii.

Curentul de fugă măsurat nu trebue să întreacă valoarea calculată după formula:

$$I = K.C.V.10^{-3} + 0{,}1 \text{ m A}$$

în care:

I = Curentul de fugă în miliamperi.

K = Constantă care la condensatorii din grupa M are valoarea 0,6.

C = Capacitatea nominală în microfarazi.

V = Tensiunea de lucru în volți.

*) In cele ce urmează vom da numai punctele esențiale din aceste norme sovietice, ele putând servi ca indicație generală.

Factorul de pierdere. Măsurarea tangentei unghiului de pierderi se poate face prin orice metodă care dă o precizie de 20%.

Măsurătoarea se face la 50 Hz, aplicându-se și tensiunea de lucru, iar amplitudinea componentei alternative nu trebue să întreacă valorile din tabela I.

Valorile astfel măsurate trebue să fie inferioare datelor maxime din tabela II.

Tabela II

Tensiune de lucru în volți	Valoare maximă a factorului de pierdere
8—50	25%
150—500	15%

ALTE NORME DE MĂSURĂ.

In afară de normele sovietice pentru condensatori electrolitici uscați, arătăm în mod informativ și alte norme internaționale.

INDICAȚIUNI GENERALE.

Toate încercările trebue făcute în condiții atmosferice normale de laborator și la o temperatură ambiantă cuprinsă între 15°C — 20°C. Condensatorii cu lichid vor fi montați în poziție normală de lucru.

PREFORMARE.

Condensatorul de recepționat trebue să fie supus mai întâi unui tratament de preformare cu aplicarea tensiunii nominale. Durata acestei operațiuni este indicată de Tabela III.

Tabela III

Condensatorul	Durata aplicării tensiunii	
	Cond. uscați minute	Cond. cu lichid ore
După 1 lună de înmagazinare	10	2
„ 6 luni „	30	6
„ 10 „ „	60	12

CURENT DE FUGĂ

După terminarea preformării, curentul de fugă trebue măsurat cu un miliampermetru adecuat și mărimea lui nu trebue să întreacă următoarele limite.

Condensatori uscați: 0,15 microamper / microfarad / volt

Condensatori cu lichid: 0,35 microamper/microfard/volt

CAPACITATEA

a) Condensatori electrolitici pentru curent continuu. Condensatorul trebue măsurat la o frecvență de 50 Hz prin metoda impedanței sau a

punții. Pentru aceasta trebue aplicată condensatorului o tensiune de polarizare de 75% din cea de lucru cu suprapunere de tensiune alternativă care să nu treacă cu 10% peste tensiunea de lucru. Capacitatea măsurată prin această metodă nu trebue să difere de capacitatea nominală mai mult decât este specificat în tabela IV.

Tabela IV

Tensiunea nominală	Toleranță maximă în % permisă	
	—	+
sub 100 V	10	100
peste 100 V	10	50

b) Condensatori electrolitici pentru curent alternativ. Capacitatea condensatorului trebue măsurată la o frecvență de 50 Hz utilizând metoda impedanței și aplicând o tensiune cât mai perfect sinusoidală în valoare de 80% din cea de lucru timp de 3 S. Capacitatea constantă la sfârșitul acestei perioade poate fi luată drept capacitatea condensatorului și nu trebue să difere cu mai mult de —10% sau + 25% — din cea nominală.

FACTORUL DE PIERDERE

Valoarea acestuia trebue stabilită prin metoda punții cu o frecvență de 50 Hz și poate fi măsurată în același timp cu capacitatea. Valoarea factorului de pierdere nu trebue să depășească următoarele limite, din tabela V:

Tabela V

Valoarea nominală a tensiunii de lucru	Factor de pierdere maxim	
	Condensator cu lichid	Condensator uscat
sub 50 V	—	20%
sub 50 — 100 V	—	15%
peste 100 — 450 V	20%	10%
peste 450 V	25%	—

III. METODE ȘI MONTAJE DE MĂSURĂ

MĂSURAREA CAPACITĂȚII PRIN METODA IMPEDANȚEI

O metodă rapidă de măsurat capacitatea este aceea a impedanței în curent alternativ. Deși nu dă o precizie prea mare, totuși, este interesantă din cauza simplicității ei, mai ales că mulțumită unui mic artificiu citirile capacității se pot face direct în microfarazi.

Prin această metodă, se măsoară impedanța condensatorului, aplicându-i o tensiune alternativă *Va*. Conform normelor sovietice, menționate anterior, condensatorul e polarizat cu o tensiune continuă de valoare prescrisă, însă inferioară tensiunii nominale de lucru.

Principiul acestei metode este următorul:

Sursa de curent alternativ *S* de o frecvență de 50 Hz debitează prin condensatorul electrolitic *Cx* un curent I_a măsurat de miliampermetrul m A. Tensiunea alternativă V_a se citește la voltmetrul *V*.

Condensatorul de măsurat *Cx* este în același timp polarizat cu o tensiune continuă furnizată de sursa *E*. Selful de șoc *L* în serie cu sursa *E* are rolul de a opri trecerea curentului alternativ prin *E*.

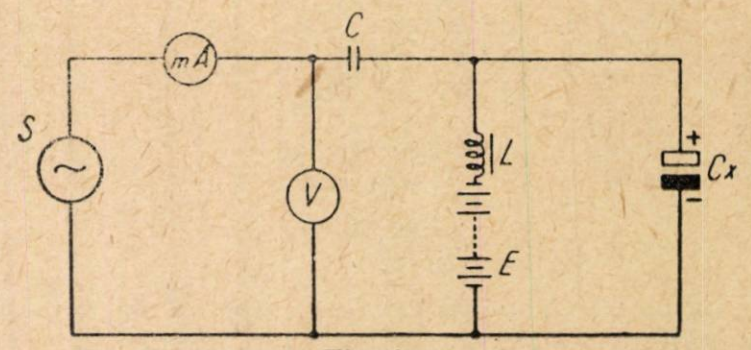


Fig. 10.

Condensatorul *C* de capacitate mare împiedică trecerea curentului continuu prin ampermetrul *A* și sursa *S*.

Valoarea capacității condensatorului *Cx* e dată de formula:

$$C\,x = \frac{I\,a}{\omega\ V\ a}$$

Dacă luăm tensiunea de măsură $V\ a = \frac{10^2}{\omega} = 0{,}318$ volt (calculat la o frecvență de 50 Hz) și aplicând legea lui Ohm în curent alternativ vom avea:

$$V\,a = Z\,I\,a \text{ și cum } Z = \frac{1}{C\,\omega}$$

$$C = \frac{I\,a}{\omega\ V\,a} = \frac{I\,a}{\omega\frac{10^2}{\omega}} = \frac{I\,a}{10^2}$$

sau:

$$I\,a = C.\,10^2.$$

Vedem deci din formula de mai sus că citirile la miliampermetrul *m A* care măsoară pe *I a* se fac direct în microfarazi.

In genere această metodă convine mai bine condensatorilor electrolitici cu capacități de peste 10 μF unde dă o preciziune de 4—5%, dar e aplicabilă și la capacități mai mici însă cu o toleranță mai mare.

Tensiunea alternativă de 0,318 volți ce se aplică condensatorului de măsurat poate fi și un multiplu al acestei valori, dar nu trebue să depășească 2 volți peste care electrolitul condensatorului suferă modificări.

MĂSURAREA CURENTULUI DE FUGĂ

Curentul de fugă al unui condensator electrolitic se măsoară cu un miliampermetru într'un montaj ca în fig. 11.

După cum se vede din schema de principiu de mai sus, sursa E de curent continuu debitează un curent care trece prin condensatorul de măsurat $C\,x$ și e citit la miliampermetrul A. Acesta este curentul de fugă, iar tensiunea continuă, aplicată condensatorului, e măsurată de voltmetrul V.

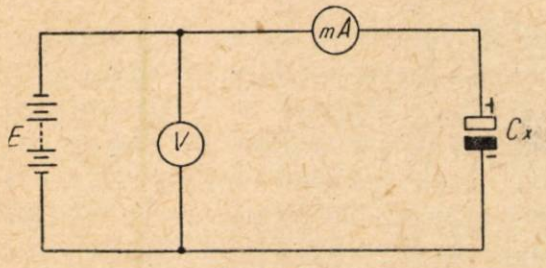


Fig 11.

O schemă practică de realizare a acestui montaj e dată în fig. 12, unde sursa de curent continuu o constitue un redresor care poate da o tensiune continuă de 500 V. Reglarea acestei tensiuni la valoarea necesară se face printr'un potenţiometru P de 12.000 ohmi, citirea ei făcându-se la voltmetrul V. După aplicarea tensiunii prescrise şi după intervalul de timp prevăzut de norme, se citeşte valoarea curentului de fugă la miliampermetrul mA;

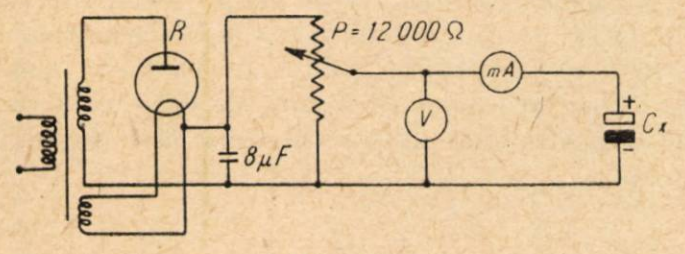


Fig. 12.

c) *Măsurarea capacităţii, curentului de fugă şi factorului de pierdere prin metoda punţii.* Prin metoda punţii se pot măsura caracteristicele de mai sus cu o singură punte. Nu vom face teoria desvoltată a acestui sistem de măsură, ci vom indica la început principiul de bază al metodei, dând după aceea o schemă de montaj pentru realizarea practică a unei asemenea punţi.

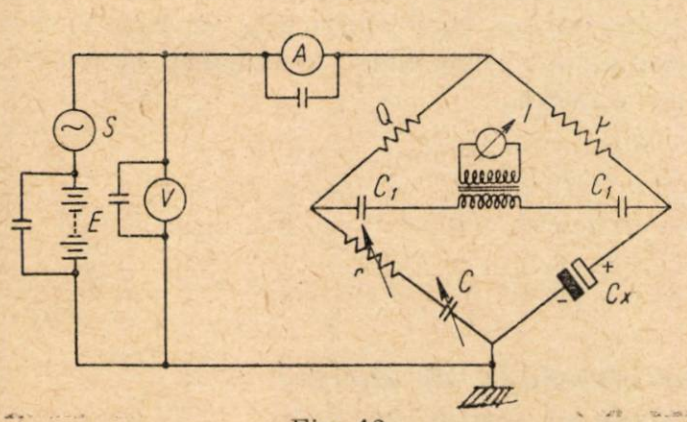


Fig. 13.

Pentru a măsura cele trei caracteristici la un condensator electrolitic $C\,x$, se întrebuinţează o punte Sauty-serie al cărei montaj de principiu e arătat în fig. 13.

Vedem aci că tensiunea continuă de polarizare furnizată de bateria E este suprapusă tensiunii alternative prescrisă, dată de sursa S şi legată în serie cu aceasta.

Sursa de c. a. alimentează puntea, iar cea de c. c. polarizează condensatorul prin rezistenţa P; evitarea trecerii curentului continuu în diagonala indicatorului de echilibru I obţinându-se prin condensatorii C_1 de mare capacitate.

Tensiunea de polarizare aplicată condensatorului $C\,x$ este măsurată cu voltmetrul V, ţinându-se seama de căderile de tensiune în miliampermetrul A şi ramurile punţii. In cazul curenţilor de fugă de valori mici, se pot neglija aceste căderi de tensiune, luându-se în mod practic tensiunea citită.

Indicatorul de echilibru I al punţii poate fi un oscilograf catodic cu amplificator, un galvanometru de vibraţie, un amplificator cu telefon, sau un detector electronic cu tuburi şi ochiu magic, care e foarte răspândit pentru avantagiile ce le prezintă.

Măsurarea curentului de fugă se face cu miliampermetrul mA, după ce tensiunile continue şi alternative cu care se alimentează puntea au fost aduse la valorile lor corecte.

Pentru a măsura capacitatea şi factorul de pierdere, se acţionează asupra rezistenţei r şi condensatorului C, ambele etalonate, până se obţine echilibrul punţii.

In aceste condiţii valoarea lui $C\,x$ va fi:

$$C\,x = C\,\frac{Q}{P}$$

Rezistenţa serie $r\,x$ a condensatorului $C\,x$ va fi dată de formula:

$$r\,x = r \cdot \frac{P}{Q}$$

Factorul de pierdere se calculează după formula:

$$tg\,\delta = C\,x \,.\, r\,x \,.\, \omega.$$

REALIZAREA UNEI PUNŢI DE MĂSURĂ PENTRU CONDENSATORI ELECTROLITICI

Cu puntea descrisă aci şi a cărei schemă e dată în fig. 14, se poate măsura condensatorii electrolitici până la 40 μF şi factorii de pierdere până la 0,6.

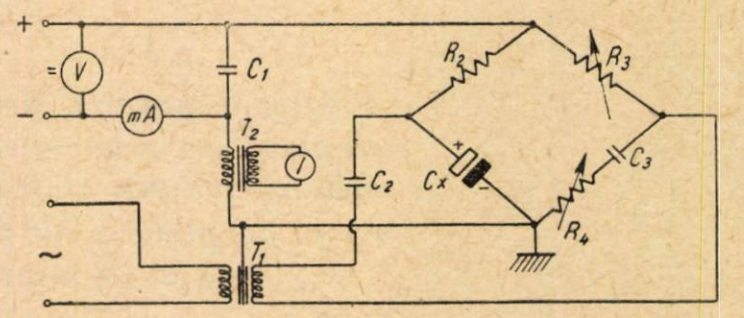


Fig. 14.

Funcţionarea ei este asemănătoare cu aceea a punţii descrise anterior.

Curentul de fugă al condensatorului de măsurat $C\,x$, e citit la miliampermetrul $m\,A$. Condensatorul C_1 şuntează acest instrument precum şi sursa de curent continuu, iar C_2 opreşte curentul continuu să treacă prin secundarul transformatorului T_1. Citirea tensiunii de polarizare se face la voltmetrul V neglijând căderile de tensiune în R_2, $m\,A$ şi T_2.

Condiţiile de echilibru ale punţii fiind realizate prin acţionarea rezistenţelor R_4 şi R_3, vom avea:

$$C\,x = C_3 \frac{R_2}{R_3}$$

şi

$$\operatorname{tg} \delta = C_2 \,.\, R_4 \,.\, \omega.$$

Valorile elementelor punţii sunt următoarele:

$R_2 = 100\ \Omega$ fixă, neinductivă.
$R_3 = 1000\ \Omega$ variabilă şi etalonată.
$R_4 = 500\ \Omega$ variabilă şi etalonată.
$C_3 = 4\ \mu F$ fix, cu dielectric hârtie şi cu o toleranţă de 1%.
$C_1, C_2 = 4\ \mu F$ fix, cu dielectric hârtie.

Transformatorul T^1 trebue să dea la secundar o tensiune de 10 volţi la 100 $m\,A$.

Transformatorul T_2 poate fi un transformator de joasă frecvenţă cu raport între 1/3 şi 1/5, secundarul fiind conectat la indicatorul I de echilibru.

Măsurarea caracteristicelor electrice ale condensatorilor electrolitici prin metoda punţii dă o precizie mult mai mare decât la metoda impedanţei, dar nu e aplicabilă decât la condensatori până la 100 μF. Pentru valori mai mari se va întrebuinţa metoda impedanţei.

CONCLUZIE

Studiul condensatorilor electrolitici constitue o problemă foarte vastă şi cu toate perfecţionările actuale e departe de a fi rezolvată.

După cum s'a arătat la începutul acestui articol, condensatorul electrolitic are o întrebuinţare vastă în dispozitivele electronice de comandă la distanţă, în controlul automat al producţiei, în telecomunicaţii şi mai ales în aparatele de radio-recepţie şi radioficare destinate ridicării nivelului cultural şi politic al maselor muncitoreşti.

Din aceste motive, în Planul Cincinal al Republicii Populare Române s'a prevăzut studiul şi realizarea acestor piese în ţară, pe baza experienţei şi ajutorului dat de marea noastră prietenă U.R.S.S.

Articolul de faţă are de scop a fixa noţiunile de bază asupra condensatorilor electrolitici şi fără a avea pretenţia de a fi complet, credem că aduce un aport în munca de ridicare a nivelului profesional al tehnicienilor din Republica noastră.

ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ

Р е з ю м е

В этой статье, ее автор рассматривает электролические конденсаторы, а именно их характерные электрические свойства. Сюжет разделен на три основные части.

В первой части вкратце изложена конструкция электролитических конденсаторов, каковы их электрические характерные особенности и их разнообразие, по сравнению с некоторыми внешними факторами.

Во второй части рассматриваются Советские и международные нормы, по которым измеряются эти характерные свойства, которые могут быть полезны при установлении временных норм измерений, до введения Государственного стандарта.

Наконец, в последней части указаны оба метода измерения: импеданса и моста, которыми можно измерять электрические характерные свойства электролитических конденсаторов, после чего приведена и практическая схема осуществления подобного измерительного моста.

Pentru asigurarea nevoilor crescânde de energie electrică ale economiei noastre naţionale în desvoltare, puterea electrică instalată în anul 1955 va fi de peste 1 700 000 kW, din care 29 000 kW în centrale hidroelectrice.

(Din Planul Cincinal)

ALEGEREA ÎNTREFIERULUI CELUI MAI CONVENABIL ÎN CIRCUITUL MAGNETIC AL UNEI BOBINE*)

de *D. B. GOLUBEV-Moscova*

In calculul bobinelor, alegerea valorii întrefierului se face de obicei în aşa fel, încât să se menţină valoarea dată a inducţiei, în materialul magnetic, în cazul când amperspirele magnetizante variază. In această lucrare se arată, că alegerea corectă a întrefierului permite o mai bună utilizare a fierului din bobină, pentru un număr dat de amperspire magnetizante.

Bobinele cu miez de fier, au găsit o întrebuinţare deosebit de largă în cele mai diferite ramuri ale tehnicei. In funcţiune de domeniul de întrebuinţare şi de destinaţie, ele au dimensiuni foarte diferite şi sunt calculate pentru diverse puteri. Cu toată diferenţa dintre bobinele de şoc, din punct de vedere al dimensiunilor şi destinaţiei lor, problema utilizării economice a fierului este actuală în toate cazurile. Articolul de faţă este destinat examinării acestei probleme.

DETERMINAREA INDUCTIVITĂŢII UNEI BOBINE CU MIEZ DE FIER

In cursurile de electrotehnică teoretică (B1.2) pentru inductivitatea unui circuit se dau mai multe definiţii. Aceste definiţii dau una şi aceeaşi valoare numai pentru un circuit izolat în vid. Dacă la determinarea inductivităţii unei bobine cu miez de fier, vom pleca dela diferite formule atunci vom obţine valori diferite între ele, care pentru a evita confundarea noţiunilor, trebue însemnate diferit. Să introducem următoarele notaţii:

$$L_{st} = \frac{\psi}{I} \quad (1) \quad ; \qquad L_{din} = \frac{e_{nom}}{\frac{di}{dt}} \quad (2,\ a)$$

$$L_{din} = \frac{d\psi}{di} \quad (2) \quad ; \qquad L_{en} = \frac{2W_m}{i^2} \quad (3)$$

Inductivitatea determinată prin formula (1) se numeşte statică, iar cea determinată de formulele (2) şi (2, a) se numeşte dinamică sau diferenţială. Inductivitatea rezultată din definiţia energiei magnetice (3) nu a căpătat un termen special şi în cele ce urmează o vom nota cu indicele «*en*». Dacă se cunoaşte caracteristica magnetică a unei bobine cu miez de oţel $\psi = f(i)$, atunci inductivitatea statică, corespunzătoare unui curent oarecare, e determinată de tangenta unghiului format de dreapta dusă din origine prin punctul examinat al caracteristicei (fig. 1). Inductivitatea dinamică se defineşte ca tangenta trigonometrică a unghiului format de tangenta geometrică la caracteristica magnetică în punctul dat (fig. 1).

*) Electricestvo, Nr. 5, 1949.

După cum se vede din aceste definiţii, inductivităţile statică şi dinamică nu reflectă toată forma caracteristicei magnetice. In opoziţie cu aceasta, L_{en} depinde de întreaga formă a caracteristicei magnetice în cazul variaţiei curentului magnetizant dela zero până la valoarea examinată (fenomenul de histeresis nu se ia în seamă).

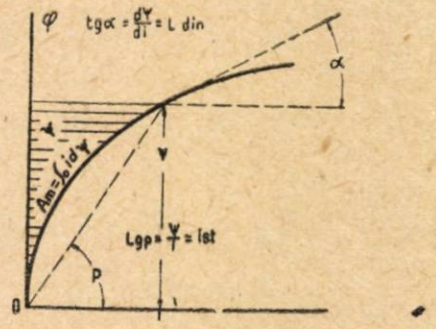


Fig. 1.

Uneori inductivitatea într'un circuit cu miez de fier, se determină şi după viteza creşterii sau descreşterii curentului în circuit. In acest caz, plecăm dela formulele corespunzătoare, ce determină legea după care creşte curentul la introducerea unei tensiuni continui, într'un circuit cu rezistenţă şi inductanţă sau descreşterea curentului, în cazul unui scurtcircuit. In circuitele de curent alternativ, inductivitatea dinamică se defineşte deobicei ca raportul dintre valoarea eficace a forţei electromotrice, a selfinducţiei şi curentului:

$$L_{eff} = \frac{E_L}{\omega I} \qquad (2,b)$$

Examinând diferitele definiţii ale inductivităţii unei bobine cu miez de fier, observăm că numai primele formule (1—3) caracterizează bobina ca atare. Toate celelalte definiţii reprezintă nişte coeficienţi ce caracterizează întreg circuitul. Astfel, de exemplu, inductivitatea definită după formula (2, b) nu depinde numai de caracteristica magnetică a bobinei, ci atât de forma forţei electromotrice din circuit, cât şi de valoarea rezistenţii active şi de caracterul variaţiei ei în timp, dacă ea nu e constantă.

Inductivitatea statică reprezintă o caracteristică comodă a bobinei, numai la examinarea fenomenelor magnetostatice. Inductivitatea dinamică permite să calculăm numai valoarea instantanee a forţei electromotrice de selfinducţie, pentru o anumită valoare a curentului. Dacă ţinem cont de rolul pe care îl joacă procesele energetice legate de apariţia şi dispariţia câm-

pului magnetic [1]) în circuitele de curent continuu şi alternativ (în special în cazul fenomenelor de rezonanţă), şi de L_{en} în funcţie de forma caracteristicei magnetice, trebue să tragem concluzia, că definiţia energetică a inductivităţii caracterizează mai complet o bobină cu miez de fier.

Inductivitatea L_{en} se poate defini deasemenea, ca valoare medie a inductivităţii dinamice, a unei bobine cu miez de fier pentru o variaţie de curent în bobină în intervalul dela zero până la valoarea examinată. O astfel de interpretare se poate face folosind de teorema valorii medii din calculul integral. Intr'adevăr, după ecuaţia (3) rezultă:

$$L_{en} = \frac{2W_m}{I_m^2} = \frac{2}{I_m^2}\int_0^{I_m} i\,\frac{d\psi}{di}\,di =$$

$$= \frac{2}{I_m^2}\int_0^{I_m} L_{din}\;i\,di = \frac{1}{I_m^2}\int_0^{I_m^2} L_{din}\,d(i^2)$$

Dar în virtutea teoremei amintite asupra mediei:

$\int_0^{I_m^2} L_{din}\,di^2 = L_{din\ med}\,I_m^2$ de unde obţinem:

$$L_{en} = L_{din\ med}$$

In lumina considerentelor expuse, gradul de folosinţă a întrebuinţării fierului într'o bobină, trebue caracterizat prin mărimea $\frac{L_{en}}{V_f}$, în care V_f este volumul fierului. Totuşi, dacă se ţine seamă, că valoarea curentului în bobină e determinată de condiţiile de funcţionare a circuitului electric, în care este întrodusă bobina şi deci curentul se poate considera ca fiind dat, atunci gradul de utilizare a fierului bobinei se caracterizează suficient prin raportul $\frac{W_m}{V_f}$.

Cea mai bună utilizare a fierului, pentru o valoare dată a curentului magnetizant, se obţine însă în cazul când energia magnetică totală acumulată în fier şi în intrefier, raportată la unitatea de volum de fier, atinge valoarea maximă.

ALEGEREA ÎNTREFIERULUI

Alegerea întrefierului se deduce din condiţia utilizării la maximum a fierului. Să examinăm soluţia problemei puse, ca aplicaţie la o bobină cu miez de fier, al cărei circuit magnetic are un întrefier şi o secţiune constantă S_f a fierului. Circuitul magnetic al fiecărei faze a şocurilor cuptoarelor electrice, se compune din câteva pachete de fier, legate în serie, despărţite prin întrefieruri (jointuri N. T.). Insă în acest caz, calculul pentru o fază, poate fi redus la cel mai simplu circuit magnetic, cu un întrefier echivalent.

Să neglijăm influenţa fluxului de dispersiune asupra saturaţiei diferitelor porţiuni de fier din circuitul magnetic al bobinei, adică vom considera că inducţia în fier B_f e constantă. Inducţia în intrefier B_a, în urma aşa numitei «lărgiri» a secţiunii fluxului în întrefier, va fi diferită de B_f. Mărirea secţiunei circuitului magnetic în întrefier, poate fi calculată după formulele cunoscute (B 3 pag. 213—214 revistă). Să exprimăm energia magnetică totală a bobinei, fără a ţine seama de fluxul de scăpări. Prin dimensiunile geometrice ale fierului circuitului, prin numărul de amperspire ale bobinei şi prin valoarea intensităţii câmpului magnetic şi inducţiei în fier avem:

$$B_f\,S_f = B_a\,S_a \qquad (4)$$

$$H_f\,l_f + H_a\,l_a = W\,I_m \qquad (5)$$

$$W_m = V_f\int_0^{B_f} H_f\,dB_f + \frac{V_a\,B_a^2}{2\mu_0} \qquad (6)$$

Să transformăm expresia $\frac{V_a\,B_a^2}{2\mu_0}$ cu ajutorul formulelor (4) şi (5). Să utilizăm pentru aceasta şi relaţia $B_a = \mu_0 H_a$:

$$\frac{V_a\,B_a^2}{2\mu_0} = \frac{S_a\,B_a\,I_a\,\mu_0\,H_a}{2\mu_0} = \frac{S_f\,B_f}{2}(w\,I_m - H_f\,I_f) =$$

$$= \frac{V_f B_f}{2}(H_{lim} - H_f),\ \text{în care:}$$

$$V_f = S_f\,I_f;\quad H_{lim} = \frac{W\,I_m}{I_f}$$

reprezentând intensitatea limită a câmpului magnetic în fierul bobinei, când întrefierul e redus la zero.

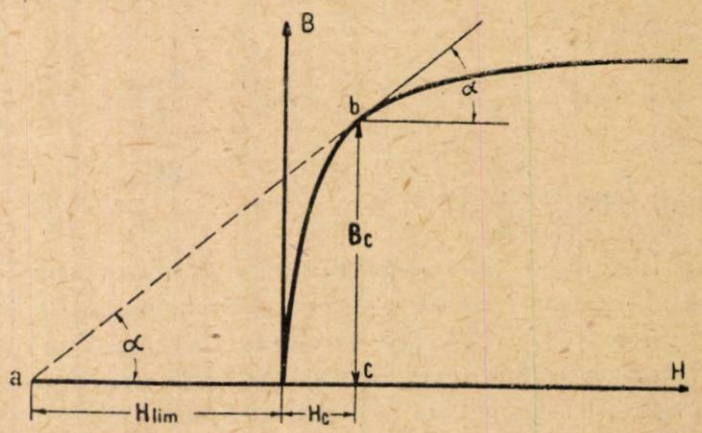


Fig. 2.

Procedeul grafic pentru determinarea valorii H_f şi B_f corespunzătoare maximului funcţiei W_m/V_1.

$1 = H_{lim};\ 2 = H_f;\ 3 = B_f.$

După aceasta, energia totală acumulată în câmpul magnetic al unei bobine de şoc, raportată la unitatea de volum de fier, poate fi scrisă în felul următor:

$$\frac{W_m}{V_f} = \int^{H_f} H_f\,\frac{dB_f}{dH_f}\,dH_f + \frac{B_f}{2}(H_{lim} - H_f) \qquad (7)$$

[1]) După cum se ştie puterea reactivă a unui circuit ce conţine R şi L se determină prin expresia: $P_r = \omega \cdot W_{m/max.}$

Pentru a căpăta condiţia utilizării maxime a fierului în bobină, trebuie să diferenţiem $\frac{W_m}{V_f}$ în raport cu H_f şi să anulăm derivata. Deci, derivând pe (7) în raport cu H_f, după o serie de transformări, vom obţine condiţia de maxim pentru funcţia $\frac{W_m}{V_f}$:

$$(H_{lim} + H_f)\frac{dB_f}{dH_f} = B_f. \qquad (8)$$

Pentru a determina valorile H_f şi B_f, care să satisfacă condiţia (8), fără a recurge la expresia analitică a curbei de magnetizare, ne putem folosi de următorul procedeu grafic (fig. 2):

Pe axa absciselor punem H_{lim}, în partea valorilor negative ale lui H_f şi dela capătul segmentului H_{lim} ducem tangenta la curba de magnetizare, iar din punctul de tangenţă coborîm perpendiculara pe axa H_f. Punctul de tangenţă găsit în felul acesta dă valorile căutate pentru H_f şi B_f. Intr'adevăr $\frac{dB_f}{dH_f} = \text{tg}\alpha$, în care α este unghiul format de tangenta la curba de magnetizare, cu axa absciselor. Din triunghiul abc avem $(H_{lim} + H_f)\,\text{tg}\alpha = B_f$ ceeace reprezintă chiar ecuaţia (8).

Soluţionarea acestei probleme se poate face şi pe cale analitică, dacă ne folosim de una din reprezentările aproximative ale curbei de magnetizare, susceptibilitatea magnetică, care se ia proporţională cu diferenţa intensităţilor de saturaţie la magnetizare $I\infty$ şi a celei curente I, adică $x = K(I\infty - I)$.

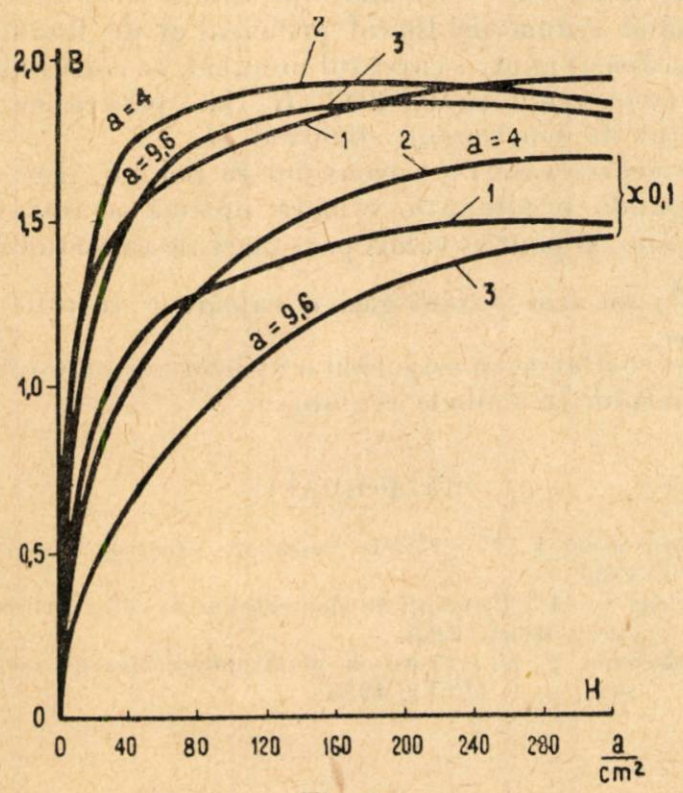


Fig. 3.

1. Curba de magnetizare a fierului *E4A* ($I\infty = 1{,}86$ Wb/m²).

2. Curba obţinută după formula (9, a) pentru $a = 4$ A/cm; 3. Idem, pentru $a = 9{,}6$ A/cm (valorile intensităţii de câmp, indicele pe axa absciselor trebue înmulţite cu 0,1 pentru curbele alături de care stă acest factor.

In acest caz relaţia între B_f şi H_f în fier, se va exprima prin următoarea formulă:

$$B_f = \mu_0 H_f + \frac{I\infty H_f}{a + H_f} \qquad (9)$$

în care: $a = \frac{l}{k}$. Pentru fierul electrotehnic primul termen din membrul al doilea al formulei (9), chiar în cazul unei saturaţii magnetice puternice ($B_f \approx I\infty$), constituie cel mult 2,1% din termenul al doilea. Examinând valorile inducţiei $B_f \leqslant I\infty$ putem neglija primul termen al formulei care devine:

$$B_f = \frac{I\infty H_f}{a + H_f} \qquad (9, a)$$

Folosindu-se de curba magnetizării fierului *E4A* autorul a calculat valorile coeficientului a în formula (9) pentru valorile inducţiei cuprinse în limitele 0,6—1,85 Wb/m². A rezultat, că coeficientul a variază în limite destul de largi (dela 3,2 la 17,3 A/cm). Insă, dând coeficientului a valorile $a = 4$ A/cm şi $a = 9{,}6$ A/cm în formula (9), obţinem curbe ce trec în apropierea curbei de magnetizare; una în intervalul dela 0,6 la 1,3, iar alta dela 1,4 la 1,85 (fig. 3).

Trebuie să observăm, că şi densitatea energiei câmpului magnetic în fier, pentru intervalele indicate de variaţia inducţiei, poate fi găsită cu mare precizie, dacă B în funcţie de H din relaţia (7), se poate exprima prin formula (9). Pentru energia câmpului magnetic al bobinei, căpătăm în acest caz formula:

$$\frac{W_m}{V} = \frac{\mu_0 H_f H_{lim}}{2} + aI\infty \ln\frac{a + H_f}{a} + \frac{I\infty H_f(H_{lim} - H_f - 2a)}{2(a + H_f)} \qquad (10)$$

Având în vedere, că în domeniul saturaţiei puternice ($B_f > I\infty$) funcţia $\frac{W_m}{V_f}$ nu are valori extreme, iar pentru $B_f < I\infty$ e valabilă formula (9, a) obţinem din (8) şi (9, a):

$$H_f = \sqrt{aH_{lim}}$$

La alegerea coeficientului a, în formulele (8, a) şi (10) trebue să ne conducem după observaţiile referitoare la fig.3, în privinţa formei curbelor reprezentate acolo.

In încheiere, să examinăm un exemplu numeric referitor la calculul unei bobine de şoc trifazice, pentru un cuptor electric. Circuitul magnetic al fiecărei faze a şocului are şase întrefieruri ($n = 6$). Lungimea totală a unei linii de forţă în pachetele de fier $l_f = 30$ cm. Secţiunea transversală a pachetului de fier $S_f = 132$ cm²,

coeficientul de umplere a pachetului de fier, $f = 0{,}85$. Perimetrul secţiunei miezului de fier $P=54{,}8$ cm, numărul de spire pe fază w=180, diametrul interior al desfăşurării $d_i = 19{,}4$ cm, curentul nominal al reactorului $I = 325$ A, curentul de scurt circuit în prima treaptă de tensiune a transformatorului $I\,\alpha = 780$ A. Materialul miezului este fier *E 4 A*. Să găsim mărimea intrefierului pentru care se obţine cea mai bună utilizarea a fierului. La calcularea inductanţei de scăpări a reactorului, condiţionată de fluxul de scăpări ce trece în afara miezului de fier, vom considera că fluxul de scăpări trece în interiorul bobinei prin secţiunea S_s, limitată de diametrul interior al miezului: $\left(S_s = \frac{\pi d^2}{4} - \frac{S_f}{f_f}\right)$. Inducţia câmpului de scăpări B_s, o vom găsi din formula:

$$B_{sm} = \frac{\sqrt{2}\, w\, I \mu_0}{h}$$

în care h este înălţimea înfăşurării egală aproximativ cu $l_f + nl_a$. Atunci inductanţa de scăpări a unei faze a reactorului, poate fi aflată din formula: $L_s = \frac{WS_s\, B_{sm}}{I_m}$. Valoarea limită a intensităţii câmpului magnetic în fier, obţinută pentru $l_a = 0$, pentru valoarea maximă instantanee a curentului nominal, o vom găsi după formula:

$$H_{lim} = \frac{w\sqrt{2}\, I}{l_f} = \frac{180 \cdot 1{,}41 \cdot 325}{30} = 2760 \text{ A/cm.}$$

Valoarea intensităţii câmpului magnetic în fier, corespunzătoare celei mai bune utilizări a fierului, o vom găsi după formula (8, a), punând: $a = 9{,}6$ A/cm, $H_{lim} = 2760$ A/cm, de unde $H_f = \sqrt{9{,}6 \cdot 2760} = 162{,}5$ A/cm. După curba de magnetizare, pentru $H_f = 162{,}5$ A/cm găsim $B_f = 1{,}75$ Wb/m². Conductibilitatea magnetică g_m, a întrefierului o găsim din formula:

$$g_m = \frac{B_f\, S_f}{(H_{lim} - H_f)\, l_f} = \frac{1.75 \cdot 0{,}0132}{(2760 - 162{,}5)\, 30} =$$

$= 2{,}96.10^{-7}$ unităţi MKSM.

Pe de altă parte, mărimea g_f poate fi exprimată astfel (Bibl. 3, pag. 213)

$$g_m = \frac{\left[\frac{S_f}{f_f} + P\,(1 \div 0{,}307)\frac{l_a}{\pi}\right]\mu_0}{n\, l_a}$$

Factorul dintre paranteze pentru întrefieruri mici (faţă de înălţimea unui pachet de fier), se ia egal cu 0,307, iar dacă înălţimea pachetului e de acelaşi ordin de mărime cu lungimea întrefierului, se ia egal cu unitatea. In cazul nostru, el trebue considerat egal cu unu. Substituind valorile numerice $O = 4\ 10^{-7}$ unităţi *MKSM*, S_f, f_f, P, g_m şi n în ultima formulă, găsim mărimea căutată a unui întrefier $l_a = 1{,}24$ cm. Calculând energia câmpului magnetic în fier şi întrefieruri (fără a ţine seama de fluxul de scăpări), după formula (10) găsim $W_m = 9{,}3.10^2 y$, de unde după formula (3), avem:

$$L_{en\ nom} = \frac{2W_m}{I^2_m} = \frac{2 \cdot 9{,}3.10^2}{(\sqrt{2})^2\ 325^2} = 0{,}0088 \text{ H}$$

Trebue însă să avem în vedere că pentru curentul de scurtcircuit, datorită saturaţiei magnetice puternice a fierului, inductanţa reactorului condiţionată de curentul principal devine mai mică decât pentru curentul nominal. Energia câmpului magnetic corespunzător valorii instantanee maxime a curentului de scurtcircuit se calculează după formula (11), presupunând că $H_{lim} = 6640$ A/cm, $H_f = 3200$ A/cm, $I \infty \doteq 1{,}86$ Wb/m², A = 9,6, obţinem:

$$W_m = 1{,}85.10^3 \text{ J şi } L_{en\ sc.c} = 0{,}00306\ H.$$

Astfel s'a produs o micşorare de 2,54 ori a inductanţei, condiţionată de fluxul principal.

Inductanţa de scăpări corespunzătoare valorificării găsite a întrefierului, nu depinde de valoarea curentului:

$$L_s = \frac{180.0.0140.0.4\pi.180.325.1.41.10^{-6}}{0{,}01(30 + 6.1.24)1{,}41.325} = 0{,}00152 H$$

In felul acesta, inductanţa totală a bobinei (ţinând seama de fluxul principal şi de fluxul de scăpări) pentru curentul nominal, se constată că este egală cu 0,01032 *H*, iar pentru curentul de scurtcircuit, 0,00408 *H*.

Fiecărei valori a curentului în bobină, îi corespunde o anumită valoare optimă a întrefierului, şi pentru valori prea mari ale raportului $\frac{I_{sc.c}}{I_{nom}}$, nu mai putem găsi o valoare a întrefierului, astfel ca să asigurăm o utilizare economică a fierului în ambele regiuni.

BIBLIOGRAFIE

1. *Mitchevici V. F.:* Bazele fizice ale electrotehnicei, 1933.
2. *Crug C. A.:* Principii de electrotehnică, vol. I, Gosenergoizdat, 1946.
3. *Arcadiev V. C.:* Procesele electromagnetice în metode, p. I, ONTI, 1935.

TELECOMANDĂ ȘI SERVOCOMANDĂ ELECTRICĂ*)

Principiile raționalizării, aplicate din ce în ce mai mult în producția și economia industrială, au favorizat desvoltarea **comenzilor** automate în scopul de a reduce mâna de lucru și de a accelera procedeele de fabricație.

Sistemele de servocomandă au realizat performanțe remarcabile și au reținut atenția cadrelor tehnice; pentru aceasta, în unele școli tehnice, se predau acum cursuri de servotehnică.

Servocomandă se numește un dispozitiv motor a cărui mișcare corespunde automat mișcării date de un dispozitiv de comandă, care este, în general, de putere mai mică. Când dispozitivul de comandă se găsește la o anumită distanță de motor, atunci avem o telecomandă. In acest caz trebue să prevedem, înafară de elemente de servocomandă, elemente de transmisie, care, când sunt alese potrivit, nu au influență asupra calității servocomandei propriu zise.

In acest articol se va expune, pe scurt, principiul câtorva servomecanisme electrice telecomandate; nu se vor trata însă comenzile hidraulice, ale căror organe tehnice diferă de sistemele electrice.

Servomecanismele telecomandate fac parte din vastul domeniu al tehnicei reglajelor, care înglobează, între altele, problemele stabilizării tensiunilor, a reglajului turbinelor și a amplificatoarelor cu cuplaj prin reacție. Toate aceste probleme se reduc la relațiuni matematice asemănătoare; pentru a le rezolva s'au desvoltat teorii speciale și metode de calcul, care dau soluțiile cele mai

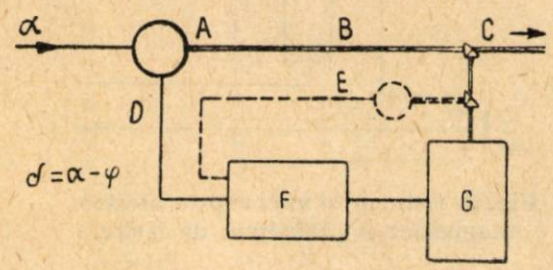


Fig. 1. Principiul unei servocomandă: A) Indicator de erori; B) Arbore de comparație; C) Mișcare motoare; D) Eroare; E) generator tachymetric; F) Amplificator; G) Grup motor.

bine adaptate la realizarea practică. Pentru a rezolva matematic problemele de servocomandă, trebue să se adopte anumite simplificări și să se admită, în special, că relațiile funcționale ale sistemului sunt continue și liniare. In aceste condiții, aceste probleme pot fi formulate în ecuații diferențiale de grad superior care se pot rezolva. Soluțiile matematice nu vor fi abordate aci, decât în măisura în care ele permit să se compare, între ele, calitățile diferitelor sisteme de servocomandă.

Principiul unui sistem de servocomandă este reprezentat în fig. 1. Se pot distinge trei părți:

1. Un indicator diferențial electric, care determină diferența dintre **mișcarea de comandă** și mișcarea motoare

2. .Un amplificator care amplifică și eventual transformă tensiunea furnizată de indicatorul diferențial, în așa fel, încât ea să poată alimenta grupul motor.

3. Grupul motor ce cuprinde mașinile electrice, care furnizează mișcarea motoare dorită.

Mișcarea motoare este transmisă la indicatorul diferențial, care o compară cu mișcarea de comandă și dă diferența acestor mișcări, care este eroarea. Amplificarea de putere este practic nelimitată. ceeace înseamnă că, un sistem de comandă, mecanic sau electric, de putere foarte mică, este suficient pentru a conduce un grup motor cu o putere oricât de mare. S'au realizat astfel servocomenzi, care furnizează o putere la eșire mergând dela numai câțiva wați (pentru aparate înregistratoare de exemplu) până la mai mulți kilowați, pentru a acționa mașini unelte puternice. Calitatea servocomenzilor este limitată totuși de eroarea de transmisie, adică de diferența δ dintre mișcarea dată £ și mișcarea motoare φ. O asemenea diferență este necesară, căci ea este aceea care acționează mișcarea grupului motor. Mărimea acestei diferențe δ și dependența sa de mișcare φ determină calitatea servocomenzii. Ar fi greșit să se amelioreze calitatea servocomenzii (adică să se micșoreze diferența mișcărilor), mărindu-se amplificarea; s'ar putea micșora în mod sigur eroarea, dar în același timp, sistemul ar tinde să oscileze prin el însuși, adică ar deveni instabil. Trecerea dela starea stabilă la starea instabilă se efectuează, în general, de o manieră continuă, în funcție de amplificarea crescândă, dela amortizarea aperiodică până la oscilația proprie, trecând prin oscilațiile periodice amortizate. Problema revine deci, la a construi un amplificator și un grup motor de stabilitate dinamică suficientă și garantând o eroare mică de transmisie.

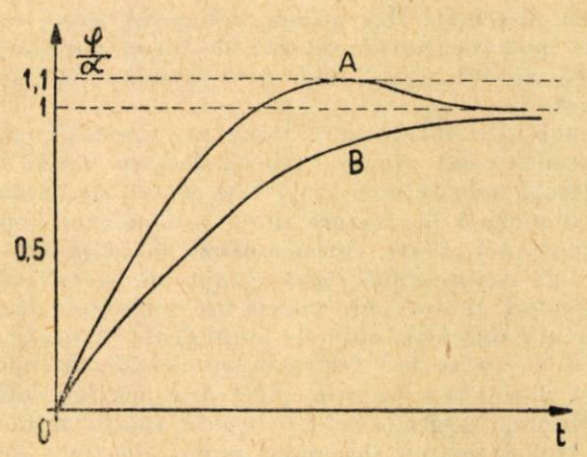


Fig. 2. Curbe de apropiere ale unei servocomande: A) Apropiere prin oscilațiile amortizate: (valoare de atins depășită cu 10%); B) Apropiere aperiodică; t) timp.

Pentru aceasta trebue ca motoarele să aibă o constantă de timp mică, adică cuplul motor trebue să fie cât de de mare posibil față de momentul de inerție al rotorului. In circuitul amplificatorului se pot intercala elemente, care formează derivate sau integrale ale tensiunii de eroare cu ajutorul impedanțelor care sunt funcțiuni ale frecvenței. Elementele acestor rețele pot fi calculate dinainte și se va arăta în cuprinsul articolului, cu ajutorul exemplelor, că o servocomandă poate fi sensibil ameliorată în acest fel. Pentru a mări stabilitatea dinamică, o altă soluție constă în a aplica o reacție negativă, așa cum este indicată în liniuțe în fig. 1. Un generator cuplat la arborele motor furnizează o tensiune proporțională cu vitesa mișcării motoare φ; această tensiune este introdusă în amplificator cu polaritate opusă tensiunii datorită eroarei. Efectul acestei reacții este asemănător reacției negative, întrebuințată curent în tehnica amplificatorilor; în ambele cazuri, alegerea potrivită a elementelor mărește stabilitatea, în timp ce elementele defavorabile accentuează tendința de oscilare a circuitului.

Pentru a se compara calitățile diferitelor tipuri de comenzi, trebue să se definească *gradul de stabilitate* al acestor sisteme. Este greu să se calculeze această stabilitate matematic, căci adesea se ignorează relațiile

*) După «Elektronik Praha», Nr. 10/1949.

matematice exacte, dar încercările dau un criteriu excelent pentru a o evalua. **Să imaginăm** următoarea încercare la momentul $T = O$, dispozitivul de comandă primește o mișcare bruscă de mărime oarecare $\mathfrak{L}$ Mișcarea motoare φ va atinge această valoare cu o anumită întârziere, apropiindu-se de ea aperiodic sau chiar cu ajutorul oscilațiilor amortizate. Aceste două curbe de apropiere sunt reprezentate în fig. 2; apropierea aperiodică (curba inferioară) este cazul ideal pentru servocomenzi, însă, în general, ea atrage după sine erori **dinamice relativ mari.** Curba superioară a fig. 2 reprezintă o apropiere prin oscilații amortizate care depășește, la maximul său, cu 10% valoarea comandată $\mathfrak{L}$. In general, acest grad de stabilitate va fi suficient pentru o servocomandă și se va încerca să se atingă o asemenea apropiere, căci ea permite să se reducă eroarea dinamică a sistemului. Considerațiile și aprecierile calitative care vor urma, se vor referi la servocomanda, care prezintă această stabilitate (apropiere prin oscilații amortizate). După erorile lor dinamice servocomenzile se pot clasifica în trei grupe:

1. Sisteme pentru care eroarea dinamică a mișcării motoare nu va fi nulă decât în repaus.
2. Sisteme pentru care eroarea dinamică a mișcării motoare va fi nulă în repaus și pentru o mișcare de viteză constantă.
3. Sisteme pentru care eroarea dinamică a mișcării motoare va fi nulă în repaus, pentru o mișcare de viteză constantă și de accelerație constantă.

Numai primele două grupe prezintă un interes practic; a treia grupă nu este întrebuințată decât foarte rar, deoarece stabilizarea acestor sisteme prezintă serioase dificultăți, deși teoretic, ele dau erorile cele mai mici posibile.

Pentru sistemele din prima categorie, eroarea depinde în mod esențial de viteză; ele nu se vor întrebuința decât în aplicațiile, unde o asemenea eroare poate fi admisă.

Sistemele din categoria a doua nu prezintă eroare, decât atunci când viteza variază. Pentru viteze mari și accelerații relativ mici (cum este cazul, de exemplu, pentru o mașină de frezare după șablon care copiază curbe continue) aceste servocomenzi lucrează cu erori foarte mici. Aceste două prime grupe de servocomenzi au, în general, și erori care provin din derivatele de grad superior ale mișcării, însă ele sunt deobicei neglijabile în raport cu erorile de viteză și de accelerație. A exprima valoarea absolută a acestor erori prin mărimi definite (de exemplu, în grade pentru rotație, sau în milimetri pentru translație) nu înseamnă nimic, deoarece aceste indicii vor depinde de alegerea demultiplicărilor. Calitatea unei servocomenzi este determinată de raportul acestor erori față de vitezele și accelerațiile sistemului. Constanta de timp sau întârzierea servocomenzii este definită de expresia:

$$\frac{\delta\varphi}{\frac{d\varphi}{dt}} = (\text{în secunde})$$

unde φ este diferența mișcărilor pentru o viteză a arborelui motor.

Acest cât, care poate fi măsurat sau calculat pentru un tip de servocomandă, independent de factorii de multiplicare, dă diferența mișcărilor pentru o viteză constantă a mișcării, după relația:

$$\delta\varphi = T\frac{d\varphi}{dt} \text{ pentru } \frac{d\varphi}{dt} = Ct.$$

Frecvența proprie a unei servocomenzi este definită de expresia:

$$\frac{\delta b}{\frac{d\varphi^2}{dt^2}} = \frac{1}{\omega_0^2}$$

[b fiind eroarea relativă la accelerație] și ω_0 frecvența de oscilație proprie a servocomenzii.

Frecvența proprie va fi

$$\delta_0 = \frac{\omega_0}{2\pi}$$

iar perioada de oscilație

$$\tau = \frac{2\pi}{\omega_0}$$

Când cele două constante T și τ sunt date (pentru același grad de stabilitate) se pot determina erorile dinamice ale servocomenzii. Diferența mișcărilor va fi cu atât mai mică cu cât constantele T și τ vor fi mai mici. Când mișcarea de comandă $\mathfrak{L}$ este dată sub formă analitică sau empirică, diferența mișcărilor poate fi calculată dinainte cu ajutorul acestor constante deoarece pentru erori mici, se poate înlocui φ cu $\mathfrak{L}$ obținându-se aproximația **potrivită.**

$$\delta = T\frac{d\mathfrak{L}}{dt} + \frac{\tau_2}{4\pi^2} - \frac{d^2\mathfrak{L}}{dt^2}$$

Pentru sisteme complicate ar mai trebui să se adauge eroarea care provine din derivatele de grad superior, dar aceasta este, în general, neglijabilă.

Inafară, de eroarea dinamică, fiecare servocomandă are și o *eroare statică*, care este diferența dintre poziția de comandă și poziția motorului în repaus. Această eroare depinde în mod esențial de frecarea din organele de transmisie și ea va fi cu atât mai mică cu cât amplificarea va fi mai mare. In general, eroarea statică va fi mai mică decât eroarea dinamică. O evaluare a acestei erori, independent de demultiplicări, se obține făcând raportul dintre eroarea statică și viteza maximă a sistemului:

$$\frac{\delta s}{\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)max} = \delta s \text{ (în secundă)}$$

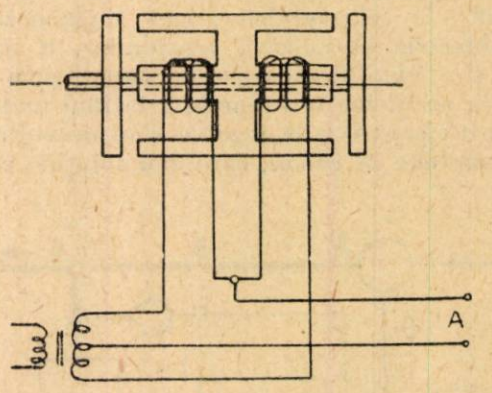


Fig. 3. Orincipiul unei captor electromagnetic: A) tensiune de ieșire.

Un organ esențial al fiecărei servocomenzi este *indicatorul diferențial.* Forma sa cea mai simplă poate fi realizată prin contacte, care conectează alimentarea grupului motor când eroarea atinge o valoare dată. Această soluție, chiar perfecționată prin întrebuințarea contactelor multiple, nu ar satisface cerințele actuale de precizie și de securitate. Indicatorul diferențial al unei servocomenzi, bine conceput, trebue să furnizeze o tensiune proporțională cu eroarea; el poate fi realizat prin următoarele mijloace:

a) *Potențiometru*, indicator al cărui cursor și cutie pot fi deplasate independent sau potențiometru normal când mișcarea de comandă este furnizată sub formă de tensiune electrică. Sensibilitatea potențiometrelor este limitată de discontinuitatea dela o spiră la alta, dar totuși ele sunt adesea întrebuințate din cauza simplității lor, de exemplu la servocomenzile aparatelor înregistratoare.

b) *Captorii electro-magnetici* pot fi întrebuințați pentru mișcări fie de translație, fie de rotație; ei sunt foarte sensibili. Fig. 3 reprezintă schematic un captor, așa cum se poate întrebuința, pentru a copia camoide sau

gabarituri; cele două bobinaje sunt legate în opoziție de fază și self-inductanța lor este variată prin deplasarea miezului. Aceste sisteme inductive sunt sensibile la cele

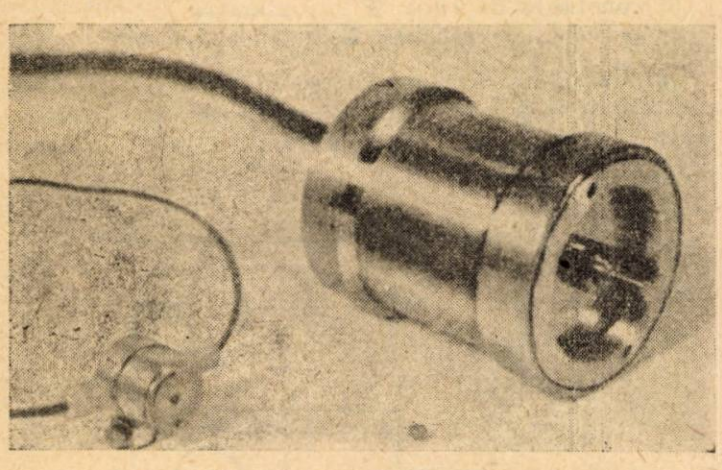


Fig. 4. Captori, capacitivi (la stânga) și electromagnetic (la dreapta).

mai mici mișcări și sunt capabile să copieze gabarituri cu o precizie de 1/1000 mm.

c) *Captorii capacitivi*, sub formă de condensatori diferențiali, au marele avantaj de a avea dimensiuni

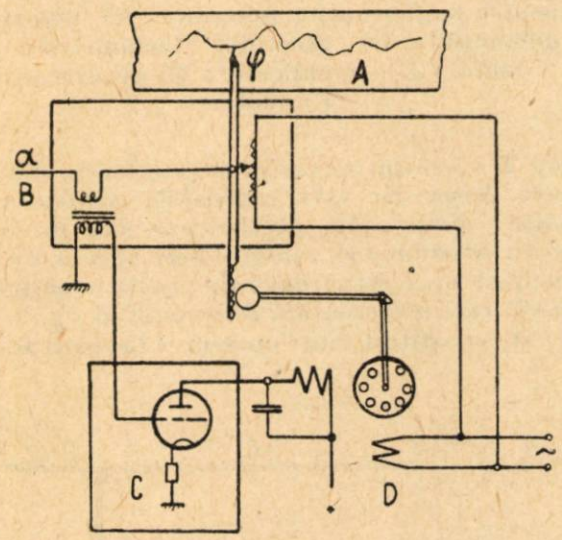


Fig. 5. Schema unei servocomenzi pentru aparat înregistrator; A) Valoare reprodusă (ieșire); B) valoare de comandă (intrare); C) amplificator; D) servomotor.

foarte reduse, mai ales când sunt branșați în circuite de frecvență ridicată.

În fig. 4 sunt reprezentați captori, indicativ (la dreapta) și capacitiv (la stânga), construiți pentru servo-comandă.

Potențiometrele pot fi alimentate cu curent alternativ sau continuu; este avantajos a se alege tipul de curent necesar grupului motor. Captorii inductivi și capacitivi, dimpotrivă, nu pot fi alimentați decât cu curent alternativ. Când grupul motor funcționează cu curent continuu (de exemplu grupul «Leonard») trebue să se transforme tensiunea alternativă în tensiune continuă cu ajutorul unui demodulator. Este important să se aleagă potrivit frecvența acestei tensiuni alternative, căci timpul după care motorul va porni sub tensiunea

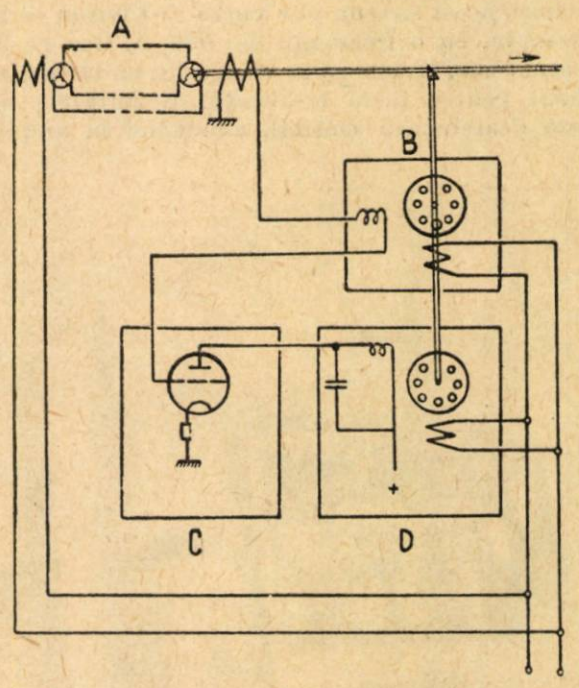


Fig. 6. Servocomandă cu motor de inducție și telecomandă: A) transmisie prin sisteme; B) generator tachimetric; C) amplificator; D) motor.

de comandă, depinde de această frecvență. O servocomandă sensibilă va întrebuința o frecvență mai mare de 50 per/s; în caz contrar nu se vor putea reduce suficient erorile sistemului.

Grupul motor poate fi realizat în diferite feluri. Pentru puterile mici, de ordinul a câtorva wați, există motoare de inducție cu un cuplu relativ mare, având totuși un moment de inerție foarte mic. Excitația acestor motoare asincrone este bifazată; unul dintre bobinaje este alimentat de o tensiune alternativă constantă, pe când cealaltă, defazată cu 90°C, provine dela amplificatorul legat la indicatorul diferențial. In fig. 5 se arată schema

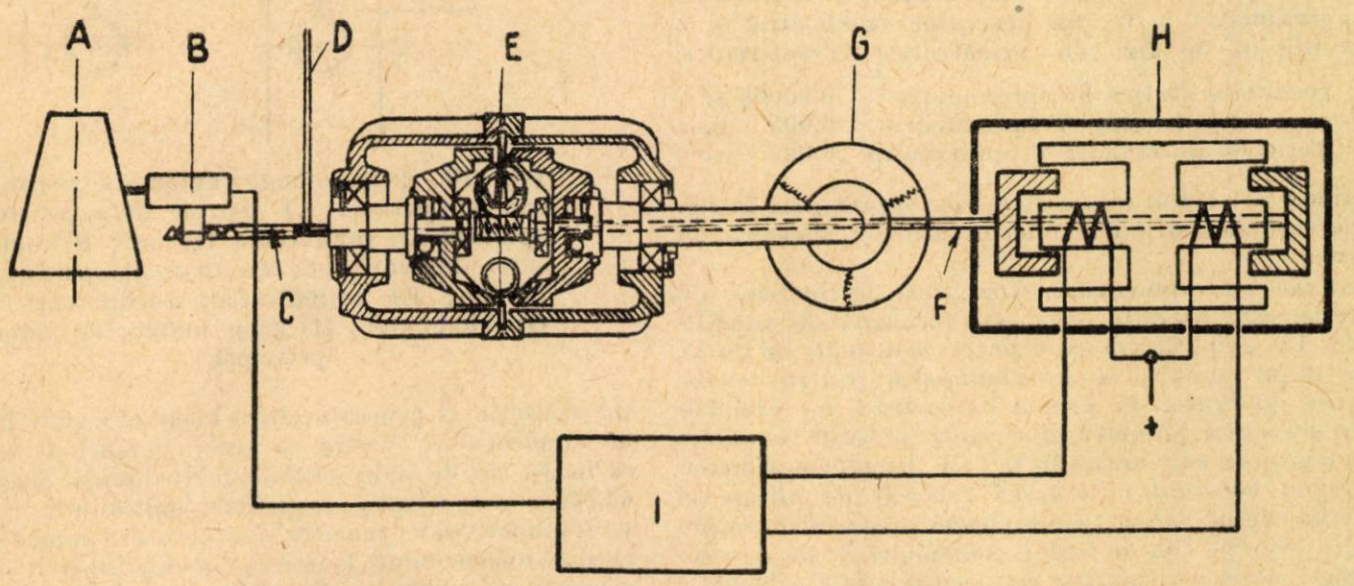


Fig. 7. Servocomandă cu schimbător și magnet de comandă: A) camoidă (gabarit); B) captor electromagnetic; C) arbore de comparație; D) arbore motor; E) schimbător; F) tijă de reglaj; G) motor; H) electromagnet de comandă și I) amplificator.

unei servocomenzi de acest tip, așa cum se va putea aplica pentru a înregistra o tensiune alternativă slabă, de frecvență dată. In acest caz, indicatorul diferențial este un potențiometru de model obișnuit. Motorul de inducție absoarbe o putere de 3 W și puterea mecanică disponibilă este de aproximativ 1 W. Această servocomandă este caracterizată prin următoarele valori:

constantă statică δs aproximativ	0,003	s.
constantă de timp T „	0,02	s.
perioadă de oscilație τ „	0,3	s.

Aceste valori arată că vor fi erori relativ mari, când variațiile tensiunii de înregistrat vor fi repezi. Pentru a ameliora acest sistem, s'ar putea să-l facem să lucreze, de exemplu, cu o frecvență de 400 în loc de 50 Hz.

In acest caz, trebue să se aleagă un motor de inducție prevăzut pentru noua frecvență. Rezultatele se ameliorează deasemenea sensibil, adăugând în amplificator

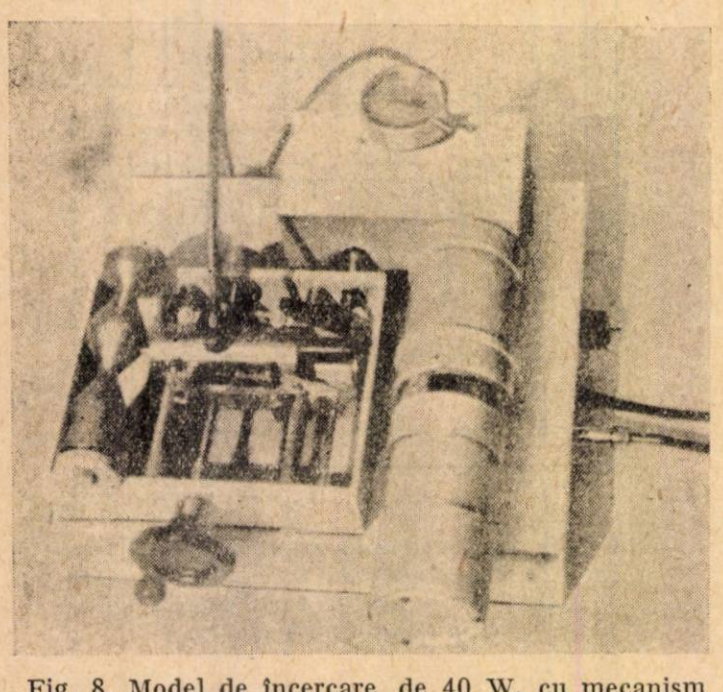


Fig. 8. Model de încercare de 40 W, cu mecanism de copiat pentru camoidă.

derivate și integrala erorii la tensiunea de eroare; și obținem atunci, cu același motor, următoarele valori:

constantă statică δs aproximativ	0,0001	s.
constantă de timp T aproximativ	0,001	s.
perioadă de oscilație τ aproximativ	0,2	s.

Aceste rezultate demonstrează importanța unei construcții judicioase a circuitului amplificator.

Pentru a ameliora valorile perioadei de oscilație se va folosi cuplajul cu reacție, care, cu un motor de inducție de aproximativ 5 W, un generator tachimetric și o frecvență de 50 Hz, dă următoarele caracteristici:

constantă statică δs aproximativ	0,00005	s.
constantă de timp T aproximativ	0,005	s.
perioadă de oscilație τ aproximativ	0,02	s.

Principiul acestui servosistem este reprezentat în fig. 6; potențiometrul a fost înlocuit printr'o telecomandă sincronă.

Puterea servocomenzilor, înzestrate cu motoare de inducție, este limitată, căci este furnizată de amplificatori. Un amplificator cu o putere mai mare de 20 W fiind puțin practic, se întrebuințează pentru telecomenzile puternice, fie grupul « Leonard », fie schimbătoare mecanice. Acestea din urmă prezintă avantaje pentru grupuri motoare de 40 W 1 CP. Un motor asincron cu regim constant antrenează arborele de intrare al schimbătorului, iar contorul vitezei arborelui de ieșire se face printr'o tijă de reglaj, comandată de un electromagnet; această dispoziție este reprezentată schematic în fig. 7.

In fig. 8 se reprezintă un model de încercare de 40 W bazat pe acest principiu și el servește pentru a copia o camoidă cu ajutorul unui captor inductiv. Caracteristicele la această servocomandă sunt următoarele:

constantă statică δs aproximativ	0,001	s
constantă de timp T aproximativ	0,005	s
perioada de oscilație τ aproximativ	0,2	s

Când se alege demultiplicarea în așa fel încât viteza maximă de translație a ghidului să fie de 1 mm/s, eroarea statică va fi mai mică decât 1/1000 mm. Constanta

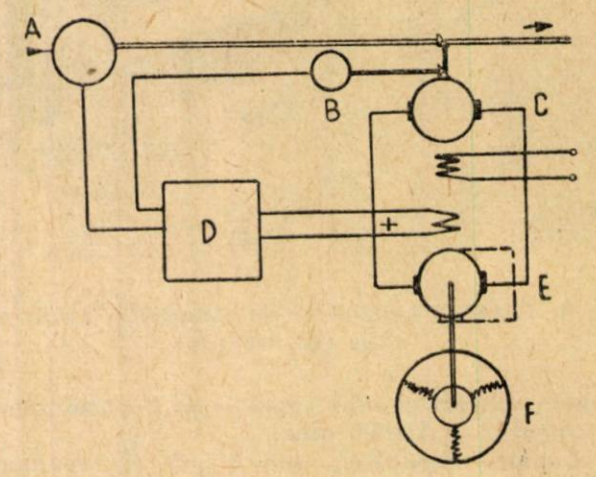


Fig. 9. Servocomandă în montaj « Leonard » pentru mașini-unelte puternice: A) indicator diferențial; B) generator tachimetric; C) motor; D) amplificator; E) generator; F) motor.

de timp T a acestui servosistem este foarte mică, adică diferența mișcărilor este neglijabilă pentru o viteză constantă; dimpotrivă, accelerațiile vor da o eroare care se va determina cu ajutorul perioadei de oscilație τ.

Principiul unei servocomenzi, pentru o mașină unealtă puternică, este reprezentată schematic în fig. 9. Grupul motor este constituit dintr'un grup « Leonard »; curenții

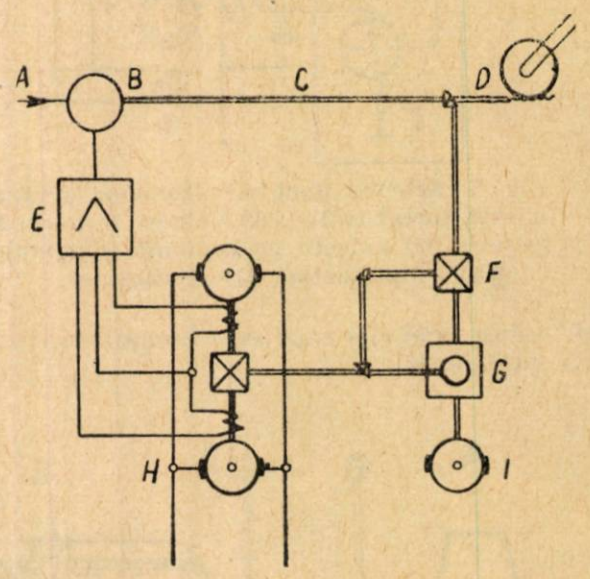


Fig. 10. Telecomandă automată pentru tun antiaerian; A) poziție dată pentru aparatul de conducerea tragerii; B) indicator diferențial; C) arbore de comparație; D) tun; E) amplificator; F) diferențial; G) schimbător; H) grup motor; I) motor principal.

de excitație ai generatorului « Leonard » sunt furnizați de amplificator. Pentru ca acești curenți de excitație să fie pe cât de slabi posibili, se va branșa generatorul « Leonard » în montaj amplidină; indicatorul diferențial va fi inductiv sau capacitiv, ceeace aduce în mod necesar cu sine, o demodulare la ieșirea din amplificator, deoarece generatorul trebue să fie excitat cu curent continuu. Acest tip de servocomandă este perfect potrivit la comanda de mare putere. Cu toate acestea, fără circuite speciale, constantele de timp nu vor fi decât de apro-

ximativ $T = 0{,}05$ s și $\tau = 0{,}5$ s; ele se pot îmbunătăți mult, cu ajutorul cuplajului cu reacție și al elementelor care adaugă derivate și integrala erorii.

Ca ultim exemplu, se vor cita telecomenzile unui tun antiaerian. Deși, de tipul de mare putere, nu este posibil să se aplice pentru această comandă montajul « Leonard », pentrucă precizia și continuitatea mișcărilor trebue să fie perfecte chiar și pentru mișcările încete. Acest dispozitiv, care este înzestrat cu un schimbător, este reprezentat schematic în fig. 10. Tija de reglaj a schimbătorului este deplasată de către arborele diferențial, acționat de două motoare de curent continuu, rotindu-se în sens invers și ale căror câmpuri sunt excitate de curenții amplificatorului. Puterea motrice este aproximativ 2 CP, însă la accelerările mișcării se produc suprasarcini foarte importante. Constanta de timp T este egală cu zero, adică erorile funcției de viteză devin nule și perioada de oscialație este aproximativ 0,8 s. Cum mișcările unui tun antiaerian au accelerații relativ mici, în comparație cu vitezele maxime, eroarea de transmisie va fi foarte mică.

Tehnica servocomenzii electrice a găsit azi un vast domeniu de aplicare, mergând dela mașini de tot felul, la construcția de aparate și instrumente perfecționate. Servocomenzile electrice au, față de sistemele hidraulice, avantajul de a fi independente de locul în care se află centrala de energie și de amplificator. Astfel se vor putea așeza motoare pe cărucioare mobile sau chiar să transmitem mișcarea la distanță cu ajutorul sistemelor sincrone. Practic, se pot satisface toate cerințele dorite de precizie, perfecționând servocomanda și în special amplificatorul său.

Calitatea atinsă de servocomenzi permite, în momentul de față, să le întrebuințăm economic pentru a ridica calitatea și totodată a micșora prețul de cost, în fabricarea produselor de tot felul.

N O T E

DESVOLTAREA SURSELOR ELECTROCHIMICE DE ENERGIE ELECTRICĂ ÎN U.R.S.S. [1])

In a doua jumătate a secolului al XVIII-lea, interesul pentru fenomenele electrice devine din ce în ce mai mare.

Fenomenele observate cu prilejul experiențelor cu butelia de Leyda și cu mașini electrostatice au dus la formularea primelor legi ale electrostaticei. Mașinile și aparatele electrostatice nu permiteau însă producerea unor curenți durabili și continui, astfel că pila Volta, descoperită în anul 1800, poate fi considerată ca prima sursă de energie electrică utilizabilă în mod practic. Alegerea de către Volta a utilizării energiei chimice pentru producerea energiei electrice, părăsind calea mecanică întrebuințată până atunci pentru producerea energiei electrostatice, nu este o simplă întâmplare. Ea a fost urmarea logică a marilor descoperiri în domeniul chimiei din secolul al XVIII-lea, făcute de Lomonosov, Dalton, etc.

Pila Volta consta din mai multe discuri de cupru și zinc așezate alternativ, separate între ele prin rondele de postav înmuiate în apă acidulată.

Simplitatea construcției și mai ales materialele ușor de procurat și relativ bine cunoscute atunci, cum sunt cuprul și acidul sulfuric, au făcut ca această pilă să fie cunoscută uimitor de repede în diversele puncte ale globului. Astfel abia după câțiva ani dela inventarea acestei pile atât la Petersburg cât și la Londra se construesc baterii cuprinzând mii de elemente Volta. In fosta Rusie țaristă savantul prof. Petrov face numeroase experiențe pentru a cunoaște proprietățile curentului electric produs de aceste pile și care reprezintă începutul studiului asupra acțiunii chimice și calorice a curentului electric.

Spre deosebire însă de mașinile electrostatice la care tensiunea obținută era mare, cea produsă din pila Volta dădea tensiuni mici de ordinul 1 V. de element. Cercetarea mai adâncă a tensiunii pe care o poate da un element galvanic (făcută în stadiul actual al științei), arată o tensiune teoretică maximă de circa 4,5 V de element.

Desvoltarea pilelor ia un avânt mare. Principalul lor defect era însă căderea bruscă de tensiune și viața lor relativ scurtă. Primul defect era datorită polarizării pilei și al doilea acțiunilor locale (coroziunii), mai ales a zincului, prin formarea microcuplelor galvanice. Atunci aceste fenomene nu erau cunoscute. Curând însă (spre a treia decadă a secolului al XIX-lea) se construește primul element cu polarizare atenuată, element cu două lichide și diafragmă (elementul Daniell cu beșica de bou). Deasemenea începe să se întrebuințeze zincul amalgamat, care apără zincul contra acțiunilor locale (coroziunii).

Alte momente importante în desvoltarea pilelor galvanice sunt întrebuințarea unui electrolit neutru, ceea

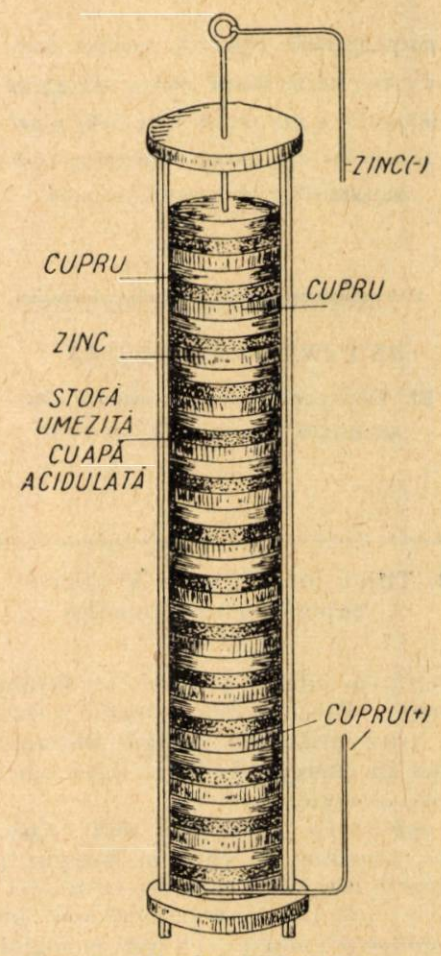


Fig. 1. Pila lui Volta, tip cu coloane

ce permitea o păstrare mai îndelungată (1836) și înlocuirea în unele construcții a electrodului pozitiv metalic cu electrodul de cărbune, ceeace a ieftinit mult prețul acestor elemente. Astfel sunt propuse în 1842, două sisteme electrochimice:

(+) C | HNO_3 | H_2SO_4 | Zn (—) f.e.m. 1,95 V (Bunsen)

[1]) Extras din ciclul de conferințe ținut la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R., în Aprilie 1950.

(+) C | $K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4 | Zn (—) f.e.m. 1,95 V (Poggendorf Grenet).

O mare îmbunătăţire a fost adusă pilelor prin întrebuinţarea depolarizantului solid, ceeace a mărit randamentul elementului (sistemul L. clanché):

(+) MnO_2 (NH_4Cl) Zn (—) f.e.m. = 1,5 V,

precum şi utilizarea aerului ca depolarizant (1912): (Féri)

(+) O_2 (HN_4Cl) Zn (—) f.e.m. = 1,4 V.

Aceste sisteme stau şi azi la baza producţiei de serii foarte mari a elementelor galvanice.

Paralel cu perfecţionarea elementelor primare, au fost duse lucrările de punere la punct a acumulatorilor electrici.

Se construesc pile din ce în ce mai mari, cu debite mari, pentru a putea răspunde unor nevoi din ce în ce mai numeroase şi mai variate.

ИЗВѢСТІЕ

О

ГАЛЬВАНИ - ВОЛЬТОВСКИХЪ

ОПЫТАХЪ,

которые производилъ

Профессоръ Физики Василій Петровъ

посредствомъ огромной наипаче баттереи, состоявшей *иногда* изъ 4200 мѣдныхъ и цинковыхъ кружковъ, и находящейся при Санкт - Петербургской Медико - Хирургической Академіи

ВЪ САНКТ-ПЕТЕРБУРГѢ

Въ Типографіи Государственной Медицинской Коллегіи, 1803 года.

Fig. 2. Titlul lucrării prof. V. Petrov asupra experienţelor galvanice

In desvoltarea pilelor primare se întâmplă însă, o bruscă oprire. Descoperirea maşinii rotative electromagnetice, care utilizează energia mecanică pentru a o transforma în energie electrică, înseamnă un nou pas în producerea energiei electrice.

Această oprire n'a durat însă mult. Curentul produs fiind curent continuu şi cum la început întreruperile de funcţionare a maşinilor rotative erau dese şi tensiunea maşinii varia în limite mari, crearea unor aparate pentru acumularea energiei electrice şi reglarea tensiunii de debitare, se pune ca o problemă acută. Astfel, în locul pilei primare ia o mare desvoltare pila secundară, acumulatorul de plumb, descoperit în 1856. Sistemul electrochimic, care a stat la baza primului acumulator de plumb, este acelaşi ca cel întrebuinţat azi:

(+) PbO_2 | H_2SO_4 | Pb (—) f.e.m. = 2 V.

Acumulatorul alcalin este descoperit, la începutul acestui secol, introducând noi posibilităţi în întrebuinţarea acumulatorilor, prin robusteţea excepţională şi prin posibilităţile de stocare îndelungată în stare încărcată. Sistemele electrochimice întrebuinţate au fost în acumulator fero-nichel:

(+) $Ni(OH)_3$ | (KOH) | Fe (—) f.e.m. = 1,40 V,

iar în acumulator cadmiu-nichel

(+) $Ni(OH)_3$ | (KOH) | Cd (—) f.e.m. = 1,45 V.

Secolul al XX-lea nu aduce descoperiri originale de noi sisteme electrochimice; ca bază a elementelor galvanice în genere, sunt reluate sistemele propuse în secolul al XIX-lea, aducându-se însă perfecţionări tehnologice şi constructive hotărîtoare.

ГАЛЬВАНОПЛАСТИКА

ИЛИ

СПОСОБЪ,

ПО ДАННЫМЪ ОБРАЗЦАМЪ ПРОИЗВОДИТЬ МѢДНЫЯ ИЗДѢЛІЯ ИЗЪ МѢДНЫХЪ РАСТВОРОВЪ, ПОМОЩІЮ ГАЛЬВАНИЗМА

М. Г. Якоби.

Доктора Философіи, Надворнаго Совѣтника и члена ИМПЕРАТОРСКОЙ Академіи Наукъ.

СЪ ОДНИМЪ ЧЕРТЕЖЕМЪ.

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

въ типографіи И. Глазунова и К°

1840.

Fig. 3. Cartea acad. M. G. Iacobi asupra Galvanoplastiei

Mai sunt de semnalat elemente de mare capacitate specifică care au fost construite pe baza unor sisteme cunoscute din secolul al XIX-lea:

(+) AgCl | NH_4Cl | Zn (—) f.e.m. 1 V

şi

(+) Hg_2Cl_2 | NH_4Cl | Zn (—) f.e.m. 1,45 V

sau reactualizarea pilei Lalande — pila Cupron:

(+) CuO | KOH | Zn (—) f.e.m. 1 V.

Construcţii oarecum noi şi originale sunt acele cu oxid de mercur având randamentul de 80—90% faţă de capacitatea teoretică, precum şi elementul cu anoda de magneziu, care are un potenţial de electrod de trei ori mai mare ca al zincului (2,4 V faţă de 0,76 V):

In domeniul acumulatorilor s'a introdus un sistem electrochimic nou nichel-zinc (1930) format din:

(+) Ni | KOH | Zn (—) f.e.m. = 1,85 V.

In domeniul construirii şi descoperirii surselor chimice de energie electrică savanţii ruşi şi sovietici au adus aportul lor însemnat.

Cea mai puternică baterie galvanică, în timpul său, a fost construită la Petersburg în 1802 de savantul V. V. Petrov. In anul 1844, P. R. Bagration propune primul element uscat prin adăugire de nisip fin şi electrolitul elementului Daniell. In anul 1866 Sosnovschi construeşte un element cu o f. e. m. de 2,35 V, utilizând

nu numai potențialele celor doi electrozi, dar și potențialul între două soluții, acidă și bazică.

Academicianul Iacobi (1801—1874) a lucrat mult în direcția obținerii surselor chimice de energie electrică mai puternice și mai ieftine. El a pus la punct mai multe elemente galvanice noi printre care cel mai interesant este cel de zinc, cupru și electrolit neutru.

Perfecționarea pilei Daniell, prin desființarea diafragmei, a fost elaborată în cadrul nevoilor țării de Popov, iar a pilei Grenet — de către Cuzmin, care a realizat stratificarea electroliților după densitatea lor.

P. N. Iablocicov, în cadrul activității sale fecunde pe tărâmul descoperirilor electrice, a creat un șir de elemente galvanice de construcții cu totul originale. In lucrările sale Iablocicov a cercetat mecanismul apariției curentului electric în elementele galvanice, studiind funcționarea depolarizanților, fenomenele de polarizare și de autodescărcare. In anul 1880 el obține un brevet

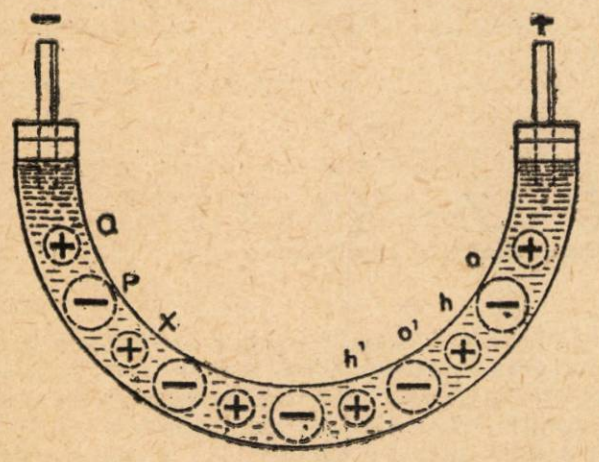


Fig. 4. Ilustrarea teoriei disociației electrolitice făcută de Grothus

asupra construcției elementului cu combustie bazat pe transformarea directă a energiei de combustiune a cărbunelui cu oxigen din aer, în energie electrică. In anul 1882 el brevetează elementul galvanic cu metale alcaline (electrodul negativ de sodiu având o f.e.m. de 2,5 V), iar în 1884 un element cu 3 electrozi în care efectul dăunător al polarizării este folosit pentru excitarea unei forțe electromotrice noi.

Descoperirile făcute de Iablocicov au fost reactualizate azi în U.R.S.S. în ceeace privește folosirea practică a electrodului de sodiu, cât și mai ales a elementului cu combustie. Lucrarea recent apărută în ediția Academiei de Științe U.R.S.S. de O. K. Davtian, dă unele detalii asupra posibilității transformării în energie electrică a peste 80% din energia liberă a combustibilului; arderea se face în elemente de combustie cu electrolit solid conținând oxid de Wolfram.

Teoria disociației electrolitice înainte de a fi formulată de Svante Arrhenius a fost expusă de Grothus, un savant care a trăit în Rusia la începutul secolului al XIX-lea (fig. 4). Deasemenea savantul chimist Cablucov recunoaște primul teoria disociației electrolitice într'o vreme când această recunoaștere era refuzată de savanții apuseni. Școala chimico-fizicienilor ruși ia ființă odată cu lucrările lui N. N. Beketov (în legătură cu legea acțiunii maselor), D. T. Mendeleev (soluțiile apoase), D. P. Conovalov, etc. întărind posibilitățile de studiere a electrochimiei surselor de energie electrică.

Cercetări și realizări importante au fost făcute în U.R.S.S. în domeniul pilelor Leclanché și Féri. Ele se clasează ca pile cu depolarizant bioxid de mangan MD și pile cu depolarizant aer VD. Deasemenea a fost pusă la punct și o construcție combinată (M V D) cu cele două tipuri de depolarizanți.

G. G. Moruzov și K. S. Crivoluțcaia introduc, pentru prima dată, în construcția elementelor cu depolarizant bioxid de mangan, pastele pentru temperaturi joase (până la —50°C). Tot ei construesc pentru prima oară, în U.R.S.S. elementele de mici dimensiuni, denumite elemente pastilă. S. A. Temerin construește un element M. D. de mare capacitate specifică (E. S. N. — 40), având capacitatea massică de 27 A.h/kg și o capacitate volumetrică de 50 A.h/dm³.

Succese mari au fost obținute în perfecționarea elementelor cu depolarizant aer. N. M. Achimușchin introduce construcția specială a electrodului de cărbune (VDA). Un element de mare capacitate (2000 A.h.) cu depolarizant aer a fost construit de P. M. Spiridonov (V.D.S.).

In secolul al XIX-lea, în domeniul acumulatorilor electrici au făcut cercetări inventatorii ruși: Mihailovschi, Vladimirov, Hotinschi și N. N. Bernados.

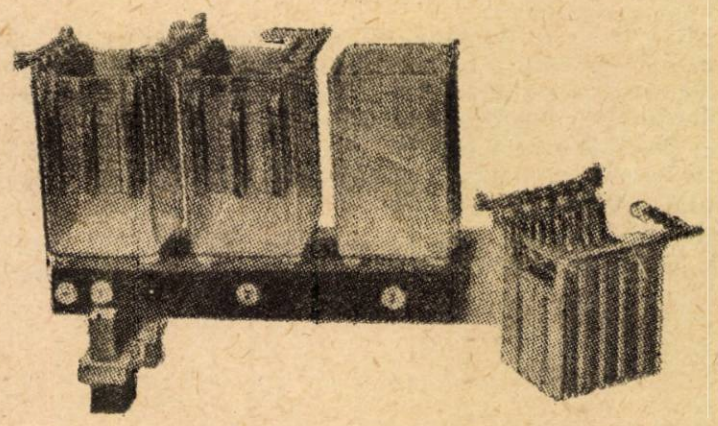


Fig. 5. Acumulatori de plumb (tip laborator) de fabricație sovietică

In domeniul acumulatorilor de plumb au fost puse la punct numeroase rețete originale de mase active. Cercetări importante au fost efectuate de N. N. Lamtev, A. Ravici etc. (fig. 5).

Construcția acumulatorului sovietic Cd — Ni a fost elaborată de B. A. Cosobriuhov și N. P. Jilțov. Studiul asupra electrolitului a fost efectuat de Mitiaghina (Uz. din Saratov), iar asupra influenții impurităților de V. S. Lâzlov și colaboratorii săi. La prepararea maselor active a lucrat T. N. Calaida etc. V. A. Kostiacovski a elaborat teoria pasivării anodului (fig. 6).

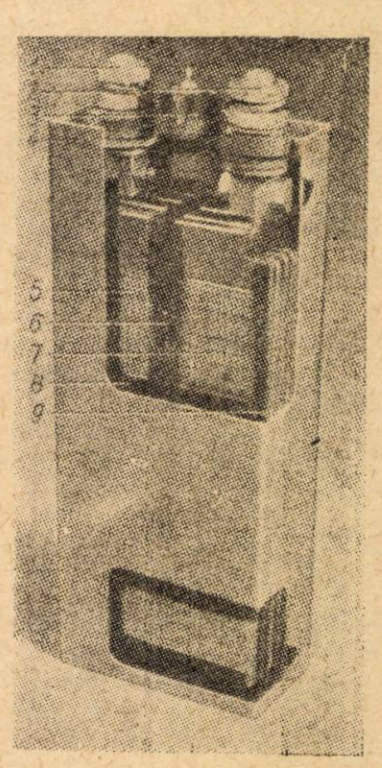


Fig. 6. Acumulator alcalin de fabricație sovietică

Profesorul A. A. Ocatov indică pe prof. Mihailovschi ca fiind primul care a propus în 1889 construcția acumulatorilor Ni-Zn. Construirea acumulatorilor nichel-zinc a fost realizată într'o formă originală de T. N. Calaida. In U.R.S.S. acest tip de acumulator n'a fost însă adoptat din cauza marei autodescărcări (5% în 24 ore) și depunerile defectuoase ale zincului.

Inainte de Revoluţia din Octombrie au existat în Rusia ţaristă trei fabrici relativ mici de acumulatori: Tudor, Rex şi Tem. In locul lor s'au creat uzine mari şi moderne ca cea din Saratov şi Leningrad (Scânteia lui Lenin). In 1932 a fost construită o nouă uzină de acumulatori în Podolsk, excelent utilată.

In 1933 a început fabricaţia de acumulatori alcalini. Construcţia sovietică a acestor acumulatori a fost elaborată în cadrul Institutului de Acumulatori din U.R.S.S. de B. A. Cosobriuhov, V. S. Lâzlov, etc.

Alături de fabricarea diferitelor tipuri de acumulatori a fost organizată o producţie puternică de elemente galvanice primare.

Ca şi în cazul fabricaţiei acumulatorilor, industria elementelor galvanice în Rusia ţaristă a fost extrem de înapoiată, fiind reprezentată prin ateliere mici. In 1919 atelierul Morozov din Moscova se transformă în uzina «Moselement», iar în timpul cincinalelor s'au construit în U.R.S.S. uzine moderne utilate cu laboratoare puternice de cercetări. Au fost create noi sisteme sovietice de elemente galvanice. Fabricaţia a fost în mare parte automatizată. A fost studiată şi pusă în fabricaţie producerea unor materii de mare activitate pentru fabricarea elementelo galvanice de capacitate specifică mare (piroluzita activată după sistem Marcov). Multe lucrări în domeniul tehnologiei acestor elemete au fost duse sub conducerea prof. V. S. Daniell-Bec., G. G. Morozov, etc.

Cercetările de cea mai mare importanţă care au contribuit la perfecţionarea surselor chimice de energie electrică, au fost executate de profesorii V. I. Curbatov, B. Cabanov şi alţi colaboratori ai Institutului Carpov, sub conducerea academicianului A. N. Frumchin.

Sursele chimice de energie electrică în momentul de faţă nu pot concura cu generatorii mecanici, dar întrebuinţările lor practice nu sunt mai puţin însemnate în cele mai variate domenii ale tehnicei şi economiei naţionale, în marină, aviaţie, căi ferate, uzine electrice, în sistemul electric al tractoarelor şi automobilelor, pentru locomotive şi vehicule de tracţiune cu acumulatori, în viaţa zilnică, etc. Astfel fabricarea surselor chimice de energie electrică prezintă unul din sectoarele importante ale industriei electrotehnice (electrochimice) din U.R.S.S.

Conf. ing. L FIHMAN

R E C E N Z I I

LEIBUS A. G., SNEERSON A. L.: ***Absorbţia hidrogenului sulfurat şi a amestecurilor lui cu bioxid de carbon de către etanolamina.*** (J. Pricladnoi Himii, vol. XXIII, nr. 2/1950).

Teoria referitoare la îndepărtarea hidrogenului sulfurat şi bioxidului de carbon din gaze industriale nefiind încă pusă la punct, autorii au studiat echilibrul reacţiei de absorbţie a acelor două gaze de către mono- şi dietanolamine. Incercările constau în trecerea unui amestec de azot şi hidrogen sulfurat prin două vase de absorbţie umplute cu soluţii de etanolamine cu un conţinut determinat de H_2S. In gazele ce ieşeau din soluţie se determină H_2S prin metoda iodometrică. Rezultatele sunt date în mai multe tabele şi diagrame. Din ele rezultă, că solubilitatea hidrogenului sulfurat creşte brusc în toate cazurile, atunci când presiunea lui parţială se măreşte dela 0,05 la 350 mm Hg. Cu ridicarea temperaturii dela 15 la 50° C solubilitatea scade. Solubilitatea în monoetanolamină e de 2,5—3,5 mai mare decât în soluţii de dietanolamină; la temperatura de 25° şi presiunea atmosferică se poate ajunge la un conţinut de 0,0002—0,0001% H_2S.

S'a studiat deasemenea absorbţia simultană a H_2S şi CO_2. S'a lucrat cu soluţii de etanolamine, în care s'a menţinut constantă fie concentraţia H_2S, fie cea de CO_2. Rezultatele arată că prezenţa bioxidului de carbon în soluţie micşorează solubilitatea hidrogenului sulfurat, iar prezenţa acestuia în soluţie reduce solubilitatea bioxidului de carbon.

DICŢIONAR TEHNIC RUSO-ROMÂN, 452 pagini, 300 lei, (Editura Tehnică).

Industrializarea socialistă a ţării noastre şi mecanizarea agriculturii, sarcini de bază prevăzute în Planul nostru Cincinal, strâns legate de măreţul Plan de Electrificare a ţării, cer şi determină o transformare cu adevărat revoluţionară a tehnicei.

Ridicarea nivelului tehnic al celor care lucrează în economia naţională devine o necesitate imediată, o condiţie a victoriilor şi lupta pentru construirea socialismului.

« Pentru ca noua tehnică să poată da rezultate, mai este nevoie şi de oameni, de cadre de muncitori şi de muncitoare în stare să se pună în fruntea tehnicei şi s'o împingă înainte » (I. V. Stalin « Problemele Leninismului »— Edit. P.M.R. — ediţia II-a — pag. 794).

In formarea acestor cadre de muncitori şi de tehnicieni, literatura tehnicei celei mai înaintate din lume, literatura tehnică sovietică, ne pune la îndemână un preţios tezaur.

Pentru însuşirea acestei literaturi este desigur necesară înţelegerea vocabularului tehnic în limba rusă. In folosirea acestui vocabular sunt interesaţi, pe lângă tehnicienii de toate gradele, şi normatorii care urmăresc şi sprijină creşterea neîncetată a productivităţii muncii şi unităţile industriale, contabilii şi cei însărcinaţi cu evidenţa operaţiunilor, ziariştii şi scriitorii şi toţi cei care au sarcina de a răspândi în masele cele mai largi ale oamenilor muncii din uzine, din mine şi de pe ogoare, procedeele şi metodele stahanoviste de muncă şi sarcinile de plan.

Primul *« Dicţionar Tehnic Ruso-Român »*, apărut de curând în *Editura Tehnică* este conceput ca un instrument de lucru în mâna traducătorilor, a studenţilor care şi-au însuşit primele noţiuni de limba rusă şi doresc să consulte literatura tehnică sovietică în original, muncitorilor şi tehnicienilor care învaţă, precum şi profesorilor care predau limba rusă.

Bogăţia de termeni în limba rusă corespunzătoare nivelului superior al ştiinţei şi tehnicei sovietice face dificilă traducerea cea mai justă, în româneşte, în această perioadă în care limba noastră tehnică se făureşte.

« Dicţionarul Tehnic Ruso-Român » este menit să îmbunătăţească şi să uşureze munca traducătorilor şi a celor ce se documentează direct din lucrările sovietice.

BIBLIOGRAFIE

In Editura Tehnică au apărut următoarele cărţi:

M. E. E.: Indreptar pentru electrificarea satelor, 96 pagini 30 lei, (1951);

V. I. WEITZ M. E. E.: Progresul tehnic al energeticei în U.R.S.S., trad. din l. rusă, 64 pagini, 15 lei (1951);

Ing. V. G. VOSTROKNUTOV: Contoare electrice şi exploatarea lor, trad. din l. rusă, 260 pagini, 360 lei (1951);

M. E. E.: Transportul, distribuţia şi utilizarea energiei electrice, 500 pagini, 500 lei (1951);

Prof. B. V. POLIACOV: Calcule hidrologice la proectarea instalaţiilor pe râuri cu bazine mici, trad. din l. rusă, 334 pagini, 320 lei (1951);

M. E. E.: Memento pentru electricieni, 528 pagini, 450 lei, (1951);

M. E. E.: Agenda electricianului, 152 pagini, 60 lei (1951);

M. E. E.: Hidraulica teoretică şi aplicată, 376 pagini, 600 lei, (1951);

F. T. SMIRNOV: Fabricarea sculelor de aschiere prin încărcarea cu arc electric, trad. din l. rusă, 120 pagini, 120 lei (1950);

M. E. E.: Manual pentru electricieni, 384 pagini, 250 lei, (1950);

M. E. E.: Regulile de montajŭ instalaţiilor electrotehnice, 80 pagini, 100 lei (1950);

V. F. MITCHIEVICI: Manualul Ing. Mecanic, vol. I, 1112 pagini, 2.500 lei, (1950);

* : Manualul Ing. Mecanic, vol. II, 971 pagini 2000 lei (1950);

A. S. T.: Lexiconul Tehnic Român, vol. I, (A—C), 952 pagini, 3.000 lei (1950);

A. S. T.: Lexiconul Tehnic Român, vol. II, (D—H), 986 pagini, 3.000 lei (1950);

* : Mic Dicţionar Tehnic, 490 pagini, 300 lei (1951).

REVISTA REVISTELOR

ELECTRICITATEA

(Electricestvo)

Nr. 1, Ianuarie 1951

Necrolog: Serghei Ivanovici Vavilov.

Dela Consiliul de Miniştri U.R.S.S: Construcţia canalului navigabil Volga-Don şi irigaţia teritoriilor din regiunile Rostov şi Stalingrad; *Venicov V. A. şi Fedorov D. A.:* Evidenţa pierderilor în corona (descărcarea prin radiaţie) la liniile de transport de forţă de 400 kV; *Poliak N. A.:* Caracteristicile termice şi electromagnetice ale turbogeneratoarelor cu răcire prin hidrogen; *Scobelev V. E.:* Bazele teoriei schemelor de pornire; *Efremovici I. E.:* Metode inginereşti pentru calculul regimurilor şi determinarea parametrilor la cuptoare electrometalurgice cu alimentarea nesimetrică a curentului; *Elikind I. M.:* Verificarea frecvenţiometrelor cu utilizarea frecvenţei de 1000 Hz, transmisă prin radio; *Lurie L. S.:* Puterea aparentă a sistemului trifazic; *Bagatiriov O.:* Metoda pentru calculul curentului stabilizat (forţat) provocat de o f.e.m. periodică de orice formă; *Beliacov A. P.:* Scala de energie.

Din experienţa lucrărilor

Rocoţian S. S.: Socolov V. B şi *Serentis A. N.:* Cleme cu declanşare automată la liniile de transport de forţă.

Din istoria electrotehnicei

Kameneţki M. O.: Principiul ridicării tensiunii.

Standarde şi norme

Hóliavskii G. B., Greiner L. K. şi *Bulgacov K. E.*: Aparate electrice de înaltă tensiune; *Dovgolebskii I. M.*: GOST-ul pentru magneţi permanenţi.

Discuţii

Referitor la proiectul de standard pentru tensiunea nominală la reţelele electrice staţionare, (articole scrise de *Bron O. B., Arakelov H. S.* şi *Esibian M. A*).

Prin paginile revistelor tehnice

Aparat electric pentru analize şi sinteze armonice; Incercări electrice asupra hârtiei de condensatori; Utilizarea sudurii la rece prin presiune pentru confecţionarea cămăşilor din aluminiu pentru cabluri; Proiectul sistemului suedez pentru transport de forţe la 380 kV.

Insemnări şi scrisori. Consultaţii.

Cronică

Consfătuirea unională cu privire la « Reguli pentru construirea instalaţiilor electrice ». Sesiunea ştiinţifico-tehnică privind protecţia prin relee. Institutul energetic « Molotov » din Moscova. Disertaţii.

La Comitetul de sprijinire al construcţiilor centralelor hidroelectrice de pe lângă Academia de Ştiinţe din U.R.S.S. La Societatea Ştiinţifico-tehnică de pe lângă Institutul e nergetic Unional prin corespondenţă.

Bibliografie

Broghin S. M.. Cartea lui Gorodeţkii S. S. « Incercarea cablurilor cu izolaţia din hârtie impregnată »; *Sostiin N. A.:* Cartea lui Smolicov N. A. « Radiofonie şi magnetism »; Cărţi noi de electricitate, electrotehnică şi electroenergetică; Monograma pentru determinarea rezistenţei totale a conductorilor legaţi în paralel.

ELEKTRICESKIE STANŢII

(Centrale electrice)

Nr. 1, Ianuarie 1951

Raportul către tovarăşul Stalin al Ministerului Centralelor Electrice D. *Jimerin.*

Jimerin D. G.: Victoria specialiştilor în energetică din Uniunea Sovietică; *Sliahin P. N.:* Modificarea presiunii vaporilor în camerele selecţiei reglabile; *Grişuk I. K.:* Vacuum economic pentru instalaţii de turbine cu abur cu pompe centrale; *Gurvici S. M.* şi *Kripeţ E. S.:* Dispozitivi de drenare ale filtrelor fără aştenut pentru prelucrarea apei; *Zaidman M. F.:* Sudura oţelurilor cu crom, siliciu şi aluminiu; *Filipov M. F.:* Construcţii asamblate de conducte de căldură şi procedee noi pentru aşezarea lor; *Udalov E. A.:* Termoizolarea conductelor de căldură cu beton armat din spuma autoclavă; *Kondahcean V. S.:* Defectarea transformatorilor de forţă.

Sisteme de bare simple la centralele şi substaţiile electrice.

Belonsov M., Musator T. P., Dvoskin L. I., Ermilov A. A., Uliţkii M. S., Kracicovskii N. N., Homutov V. A., Slavnin M. I.: Barzam D. B.: Posibilitatea micşorării gradului de durată a timpului de protecţie prin releu; *Riazontev F. A.:* Unele rezultate de exploatare a instalaţiilor de telemecanică în sistemul energetic.

Schimb de experienţe în construcţii şi montaj.

Casparian B. N.: Utilizarea betonului din scoici în construcţii; *Turcin N. I.:* Amestecuri fără asbest pentru rectificarea suprafeţei izolaţiei termice; *Sosonscaia A. I., Iankelev L. F.:* Utilizarea încălzirii cu electricitate la executarea lucrărilor de beton; *Kniazev A. G.:* Cuptor de încălzire de mare productivitate pentru încovoierea ţevilor.

Schimb de experienţe de exploatare.

Nerubenco V. F.: Determinarea conţinutului de substanţe străine în suspensie în apa din cazane; *Tipercus G. T.:* Repararea paletelor cu montarea acială a paletelor pe disc şi legături sudate; *Stratonov M. G.:* Cazuri posibile de automatizarea lucrărilor de etanşare a turbinelor cu abur. *Jevahov D. S.:* Măsurarea vidului în turbine cu abur; *Livsit A. G.* şi *Inbrişkii M. I.:* Procedeul pentru întărirea sculelor tăioase prin scânteia electrică; *Smolicov V. L.:* Intărirea introducerilor de 220 kV ale întrerupătorilor tip MCP-274; *Zviozdkin V. N.* şi *Kalantorov A. V.:* Modernizarea introducerilor la întrerupătoare de ulei tip MCP-76.

Cronica

La direcţia Tehnică a Ministerului. Repartizarea funcţiilor la efectuarea comutărilor în industriile urbane (cabluri); Imbunătăţirea funcţionării maşinilor electrice.

Gospodăria energetică în străinătate.

Kvirin I. I.: Centrale electrice cu instalaţii de turbine cu gaze cu ciclu închis; *Iacub I. A.:* Substaţii de coborîre fără întrerupători din partea tensiunii mai înalte; Problemele care stau în faţa revistei « Centrale electrice » pe anul 1951.

FILIALELE, SUBFILIALELE ŞI CERCURILE SE PREGĂTESC ÎN VEDEREA CONGRESULUI

In zilele de 27, 28, 29 şi 30 Mai a. c. va avea loc la Bucureşti, Congresul Asociaţiei Ştiinţifice a Tehnicienilor din Republica Populară Română. El va marca o etapă a activităţii noastre şi va constitui un punct de plecare pentru Asociaţia noastră, în activitatea sa viitoare.

In cadrul Congresului se vor desbate sarcinile importante ce revin inginerilor şi tehnicienilor în lupta pentru întărirea Patriei noastre pe drumul construirii socialismului. Se va analiza activitatea dusă până acum de AST şi se vor fixa obiectivele fundamentale ale activităţii viitoare. Se vor supune aprobării, statutul şi regulamentul de organizare şi funcţionare al Asociaţiei noastre şi se va alege Consiliul Central şi Comisia de cenzori. După aceasta vor urma desbateri asupra celor mai importante probleme ale tehnicei noastre în plină desvoltare. Aceste probleme vor fi expuse iniţial sub formă de referate, dintre care unele vor avea un caracter general, iar altele vor fi de pură specialitate.

Problemele cu caracter general vor fi:

1. Contribuţia inginerilor şi tehnicienilor la îndeplinirea înainte de termen a Planului de Stat.
2. Rolul tehnicienilor în desvoltarea întrecerii socialiste, element principal pentru ridicarea productivităţii muncii.
3. Contribuţia inginerilor şi tehnicienilor în realizarea Planului de Electrificare a ţării.
4. Insuşirea şi aplicarea tehnicii sovietice, chezăşia îndeplinirii Planului Cincinal şi a Planului de Electrificare a ţării.
5. Forţa iniţiativei creatoare a inovatorilor şi rolul inginerilor şi tehnicienilor pentru desvoltarea ei.
6. Rolul tehnicei în gospodărirea socialistă a întreprinderilor. Aplicarea indicilor tehnico-economici pentru mobilizarea resurselor interne.
7. Rolul inginerilor şi tehnicienilor în formarea noilor cadre tehnice de toate categoriile necesare îndeplinirii Planului Cincinal şi a Planului de Electrificare.
8. Aportul inginerilor şi tehnicienilor în lupta pentru întărirea Patriei şi apărarea păcii.
9. Inginerii şi tehnicienii în lupta pentru transformarea agriculturii.

Aceste subiecte vor interesa întreaga masă a tehnicienilor.

In ceeace priveşte *secţia de electricitate* au fost propuse următoarele teme, ce au fost studiate de secţie, în vederea congresului:

— Imbunătăţirea condiţiilor de funcţionare a uzinelor electrice din R.P.R.

— Insuşirea tehnologiei noi sovietice la fabricarea maşinilor electrice. (electromotoare, generatori etc.).

— Valorificarea resurselor locale, condiţie materială pentru electrificarea rurală.

In jurul acestor probleme care sintetizează cea mai mare parte a activităţii şi preocupărilor noastre tehnico-ştiinţifice, cercurile de electricitate din filiale, trebue să ducă o activitate susţinută pentru ca delegaţii ce vor participa la Congres să fie cât mai bine documentaţi. In acest scop se ţin adunări generale ale cercurilor AST, conferinţele subfilialelor şi ale filialelor, în care se duce o largă acţiune de mobilizare a inginerilor şi tehnicienilor şi se fac alegerile noilor comitete şi a delegaţilor pentru Congres.

La conferinţele subfilialelor şi filialelor sunt invitaţi să participe şi alţi tehnicieni înafară de delegaţi precum şi conducerile întreprinderilor.

In aceste adunări generale şi conferinţe sunt prezentate de către comitete rapoarte de activitate dela data înfiinţării şi până la data adunării generale, (conferinţei) a unităţii respective. Aceste rapoarte trebue să îmbrăţişeze întreaga activitate desfăşurată, să analizeze în spirit critic şi autocritic munca depusă, să analizeze modul în care AST-ul a sprijinit pe ingineri şi tehnicieni în ridicarea nivelului lor tehnico-ştiinţific. Trebuesc analizate realizările în legătură cu problemele importante ale întreprinderilor din localitate şi cu problemele ce rezultă din folosirea resurselor locale şi posibilităţile de desvoltare ale regiunii. De asemeni trebuesc prezentate problemele Congresului (de către referenţi de specialitate), prin referate scurte fiind arătate aspectele locale ale acestor probleme. Prin discuţiunile duse trebue să se obţină o analiză mai adâncă a problemelor.

La desbateri trebue să fie antrenate a participa conducerile întreprinderilor importante şi ale instituţiunilor cu caracter tehnic şi ştiinţific. Concluziile desbaterilor vor fi sintetizate şi puse la dispoziţia delegaţilor Congresului, pentru ca aceştia să poată participa cât mai activ la Congres.

La compunerea Comitetelor, unităţilor şi a delegaţiilor pentru Congres, vor trebui să fie aleşi membrii cei mai activi, ingineri şi tehnicieni fruntaşi în producţie devotaţi intereselor Patriei noastre, hotărîţi a lupta pentru construirea unei vieţi mai bune, pentru întărirea păcii în întreaga lume. Deasemeni, vor trebui să fie aleşi maiştri şi muncitori fruntaşi inovatori, care au dovedit un real interes pentru progresul tehnicei. In acest fel Congresul AST va veni în mod real în sprijinul tehnicienilor pentru realizarea Planului Cincinal şi a Planului de Electrificare. El trebue să constitue astfel o cotitură în toată activitatea noastră viitoare.

Secţia de electricitate aşteaptă cu entuziasm desfăşurarea primului Congres AST.

INTREPRINDEREA INDUSTRIALĂ DE STAT

EDITURA TEHNICĂ

CENTRALA : 6.13.74 şi 6.13.75
COMERCIAL: 5.55.21 şi 5.22.35

Editează cărţi, manuale precum şi următoarele periodice:

ARHITECTURA * CONSTRUCŢII
ELECTRICITATEA * HIDROTEHNICA
METALURGIA * PETROL ŞI GAZE
REVISTA DE CHIMIE * REVISTA PĂDURILOR, LEMNULUI ŞI HÂRTIEI
REVISTA MINELOR * TEXTILE

GAZETA TEHNICIANULUI
REVISTA MATEMATICĂ ŞI FIZICĂ
GAZETA MATEMATICĂ ŞI FIZICĂ
BULETINUL DE STANDARDIZARE
BULETINUL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ŞI IND. ELECTROTEHNICE

ABONAMENTE	Tarif redus pentru membrii A.S.T.	Tarif general
GAZETA TEHNICIANULUI	300	1000
REVISTE TEHNICE A. S. T.	400	1200

Abonamente se fac numai prin

Centrul de Difuzare a Presei:

BUCUREŞTI: STR. CONST. MILLE 14 - Tel. 5.28.90

PROVINCIE: LA SUCURSALELE DIN REŞEDINŢELE REGIUNILOR ŞI RAIOANELOR

BUCUREŞTI - STR. EDGAR QUINET, 6

AU APĂRUT IN
EDITURA TEHNICĂ

Ing. V. G. VOSTROKNUTOV:	Contoare electrice și exploatarea lor, trad. din l. rusă, 260 pagini, 360 lei, (1951);
Prof. B. V. POLIACOV:	Calcule hidrologice la proectarea instalațiilor pe râuri cu bazine mici, trad. din l. rusă, 334 pagini, 320 lei, (1951);
Ing. PAUL MILITARU:	Transportul, distribuția și utilizarea energiei electrice, 500 pagini, 500 lei, (1951);
M. E. E.	: Indreptar pentru electrificarea satelor, 96 pagini, 30 lei, (1951);
V. I. WEITZ	: Progresul tehnic al energeticei în U.R.S.S., trad. din l. rusă, 64 pagini, 15 lei, (1951);
M. E. E.	: Memento pentru electricieni, 528 pagini, 450 lei, (1951);
M. E. E.	: Agenda electricianului, 152 pagini, 60 lei, (1951);
V. F. MITCHIEVICI	: Energia electrică, trad. din l. rusă, 320 pagini, 350 lei, (1950);
N. V. VINOGRADOV	: Manualul mecanicului electrician, trad. din l. rusă, 216 pagini, 240 lei (1950);
K. N. MURAVIEV	: Macarale electrice, trad. din l. rusă, 220 pagini, 200 lei, (1950);
M. E. E.	: Bobinajul mașinilor electrice, 348 pagini, 400 lei, (1950);
M. M. I. C.	: Electricitatea și aplicațiile ei, 408 pagini, 150 lei, (1950).

Taxa poștală plătită în numerar conform aprobării Nr. 168.026/946.

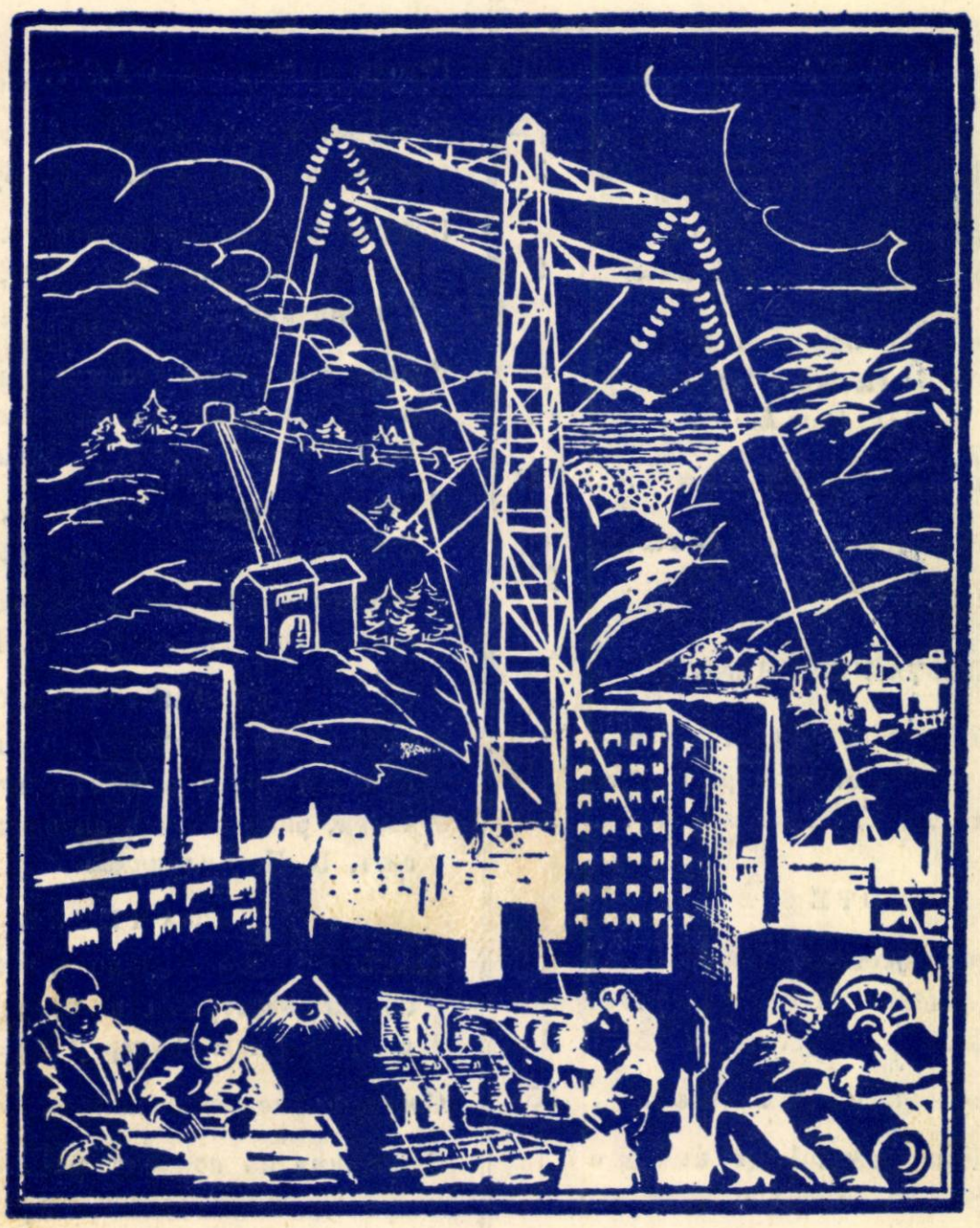
C. 21. — Intrepr. Poligr. Nr. 14 B. — București.

E 172

ELECTRICITATEA

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ŞI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

KÖZPONTI TECHNOLÓGIAI KÖNYVTÁR



6

EDITURA TEHNICĂ
1951

ANUL II
Nr. 6

ELECTRICITATEA

IUNIE
1951

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ȘI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ȘI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

Apare lunar sub îngrijirea unui comitet de redacție

Redacția București * Str. Episcopiei Nr. 2 * Telefon 3.57.28 — 3.07.30

SUMARUL

Pag.

Rezoluția congresului A.S.T. 1

Asupra rezistenței undelor electromagnetice în spațiul vid, de prof. ing. *C. Budeanu* 3

Contribuții pentru calculul electric al rețelelor de tracțiune, de ing. *M. Provinceanu* 9

Contribuții la studiul dinamicii mecanismelor antrenate de electromotor, de ing. *N. Șoneriu* și ing. *D. Damsker* 16

Lemnul bachelizat, de ing. *Gh. Zisu* . . 21

Intrerupători automați ultrarapizi de curent continu, de ing. *C. Șoancă* 26

DIN EXPERIENȚA UNIUNII SOVIETICE

Stabilitatea generatorului sincron acționat de un motor eolian, lucrând pe o rețea de mare putere, de *V. N. Andrianov* . . 29

NOTE

Considerații asupra cercetărilor din domeniul descărcărilor electrice în gaze, de acad. prof. *E. Bădărău* 34

Condensatori moderni, de *A. Davidescu* . 35

Observațiuni privind calculul secțiunii la o linie de transport de energie electrică, de ing. *Gh. Hortopan* 36

RECENZII 38

REVISTA CĂRȚILOR ȘI REVISTELOR . 39

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Резолюция конгресса А.С.Т. 1

О сопротивлении электромагнитных волн в вакууме, проф. инж. К. Будяну . . 3

Вклады в дело электрического расчета сетей электрической тяги, инж. М. Провиччяну 9

Вклады в изучение динамики механизмов, приводимых от электродвигателя, инж, Н. Шонериу и инж. Д. Дамскер . . . 16

Бакелизированная древесина, инж. Г. Зиссу 21

Автоматические сверьхбыстродействующие выключатели, инж. К. Шоанка . 26

ИЗ ОРЫТА СОЮЗА ССР

Устойчивость синхронного генератора, приводимого в действие ветро двигателем, работающего на очень мощную сеть, В. Н. Андрианов 29

ЗАМЕТКИ

Замечания относительно исследований в области электрических разрядов в газах, акад. проф. Е. Бэдэрэу 34

Современные конденсаторы, А. Давидеску 35

Замечания по вопросу расчета сечения провода линии электропередачи, инж. Г. Хортопан 36

РЕЦЕНЗИИ 38

ОБЗОР ЖУРНАЛОВ 39

KÖZPONTI TECHNOLÓGIAI KÖNYVTÁR

REZOLUȚIA
CONGRESULUI A.S.T.

I. Delegații cercurilor, subfilialelor A.S.T. reprezentând peste 37.000 membri, ingineri și tehnicieni, din Republica Populară Română, adunați la Congres în zilele de 27—30 Mai 1951, constată cu adâncă bucurie că astăzi în patria noastră munca inginerilor și tehnicienilor servește tuturor oamenilor muncii, servește întregului popor. Inginerii și tehnicienii nu mai sunt siliți să lucreze pentru câștigurile unui mănunchiu de capitaliști sau ale trusturilor imperialiste americane și engleze aţâţătoare la război. Această mare fericire de a putea lucra pentru popor și pentru Patrie, inginerii și tehnicienii o datoresc eliberării țării noastre de către marea Uniune Sovietică și luptei poporului nostru pentru instaurarea regimului de democrație populară.

Astăzi inginerii și tehnicienii, tot ce are mai valoros intelectualitatea tehnică din Republica Populară Română, însuflețiți de un adevărat patriotism, s'au alăturat sincer poporului în munca și lupta pentru un viitor fericit și participă cu avânt la marile construcții socialiste din Patria noastră.

Conținutul acestei munci patriotice își are temeiurile în lupta pentru lichidarea înapoierii tehnice în care regimul burghezo-moșieresc a lăsat țara noastră. Partidul Muncitoresc Român și Guvernul R.P.R. acordă tot sprijinul și toată prețuirea lor inginerilor, tehnicienilor, inovatorilor, fruntașilor din producție în munca de valorificare a cunoștințelor lor puse în slujba ridicării țării noastre.

Socialismul poate fi construit numai pe baza unui progres continuu al științei și tehnicei în toate domeniile economiei noastre naționale, pe baza unei continue sporiri a forțelor de producție, pe baza colaborării strânse între cadrele tehnice vârstnice și tinere și a ridicării de noi cadre tehnice din rândurile oamenilor muncii.

II. In decursul activității sale de 2 ani Asociația Științifică a Tehnicienilor a avut o serie de realizări, reușind să antreneze cadrele Asociației, cea mai mare parte din inginerii și tehnicienii noștri în îndeplinirea și depășirea planurilor de Stat. In ultimul an cercurile A.S.T. din întreprinderi au reușit să rezolve un număr important de probleme tehnico-științifice ale producției.

In numeroase filiale printre care București, Hunedoara, Prahova, Reșița, etc., cercurile A.S.T. au dat un ajutor concret inovatorilor și raționalizatorilor. Prin măsurile luate, ele au contribuit la însușirea realizărilor tehnicei sovietice, cea mai înaintată din lume și la înrădăcinarea metodelor înaintate sovietice, au contribuit la organizarea în bune condițiuni a schimbului de experiență dintre tehnicienii din întreprinderi.

Toate aceste realizări au contribuit pe de o parte la ridicarea nivelului științific și politic al inginerilor și tehnicienilor și pe de altă parte la strângerea legăturii între ingineri și tehnicieni, și muncitori, pentru realizarea sarcinilor planului.

III. In activitatea Asociației Științifice a Tehnicienilor s'au remarcat și o serie de lipsuri.

Astfel, nu s'a dus o activitate destul de susținută pentru îndrumarea activității tehnico-științifice a membrilor A.S.T., spre rezolvarea problemelor ridicate de procesul producției. Or, numai în acest fel s'ar fi putut obține legătura strânsă între gândirea tehnico-științifică și practica realizării planului, ridicarea nivelului științific al inginerilor și tehnicienilor precum și o strânsă legătură între ingineri și tehnicieni și muncitorii inovatori și raționalizatori în scopul progresului continuu a întreprinderii lor.

Nu s'a dus o activitate susținută nici pentru ridicarea nivelului politico-ideologic al inginerilor și tehnicienilor pentru a lărgi orizontul lor și a-i face conștienți că munca lor pe care o depun este în slujba poporului, în slujba înfloririi și întăririi scumpei noastre patrii, în slujba apărării păcii.

Nu s'au luat suficiente măsuri pentru combaterea activă a cosmopolitismului, lucru resimțit și în nivelul publicațiilor Asociației.

Nu s'a colaborat suficient cu departamentele industriale și organizațiile de masă, ceea ce a dus în unele locuri la suprapunerea atribuțiilor.

Slaba activitate a Consiliului Central Provizoriu A.S.T. care nu a analizat decât sporadic activitatea Asociației, precum și slaba atenție acordată cercurilor A.S.T. din întreprinderi a făcut ca aceste lipsuri să dăinuiască și uneori chiar să împiedece obținerea unor rezultate bune în activitatea unităților A.S.T.

IV. Conștient că sarcina principală a Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor este de a contribui cât mai mult la îndeplinirea și depășirea mărețului Plan Cincinal al Patriei noastre, Congresul A.S.T. din 27—30 Mai hotărăște:

1. Inginerii și tehnicienii din Republica Populară Română membri ai cercurilor A.S.I.T. au datoria patriotică de a munci pentru progresul tehnicii și folosirea acesteia în organizarea științifică a producției, asigurând astfel poporului muncitor și Patriei noastre desvoltarea pe calea luminoasă a socialismului.

2. Cercurile A.S.I.T. trebue să devină un sprijin nemijlocit al colectivelor întreprinderilor pentru rezolvarea problemelor tehnico-științifice ridicate în întreprinderi de lupta pentru îndeplinirea și depășirea Planului de Stat.

3. Inginerii și tehnicienii membri ai cercurilor A.S.I.T. trebue să participe activ la întrecerea socialistă, să ajute la desvoltarea ei la un nivel mai înalt, la nivelul mișcării stahanoviste prin organizarea științifică a producției, pe baza studierii și adaptării metodelor tehnicii sovietice, cea mai înaintată din lume, prin mărirea productivității, înlăturării risipei, scăderea prețului de cost, paralel cu asigurarea unei înalte calități a producției.

Organizarea științifică minuțioasă a procesului de producție contribue la prevenirea și împiedecarea unor acțiuni dușmănoase, sabotoare, care urmăresc prin desorganizarea producției să frâneze înflorirea Patriei noastre.

4. Cercurile, subfilialele și filialele A.S.I.T. trebue să dea o deosebită importanță organizării schimbului de expe-

rienţă în producţie şi generalizării ştiinţifice a rezultatelor obţinute. Descoperirea rezervelor interne ale intreprinderilor şi ridicarea continuă a indicilor tehnico-economici a productivităţii muncii şi a calităţii produselor va constitui o sarcină principală a membrilor Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor.

5. Pentru sprijinirea permanentă a inovatorilor şi inventatorilor, inginerii şi tehnicienii membri ai cercurilor A.S.I.T. trebue să contribue nemijlocit la organizarea de către conducerea fiecărei întreprinderi a cabinetelor tehnice precum şi la activizarea lor.

Cabinetele tehnice trebue să devină centre de desvoltare a iniţiativei creatoare şi de realizare a spiritului inovator al oamenilor muncii.

Congresul A.S.I.T. cheamă pe toţi inginerii şi tehnicienii să sprijine şi să cultive cu dragoste iniţiativele oamenilor muncii, să primească cu încredere propunerile lor, să se străduiască pentru ridicarea nivelului tehnic al muncitorilor la cel al fruntaşilor şi al acestora la nivelul tehnicienilor.

6. Una din sarcinile principale ale cercurilor, subfilialelor şi filialelor A.S.I.T. trebue să fie formarea şi ridicarea de noi cadre tehnice căci « realizarea marilor sarcini ale planului cincinal sunt de neconceput fără creşterea într'un ritm rapid a zeci de mii de muncitori calificaţi şi a numeroase cadre conducătoare în economie ».

7. Membrii Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor trebue să se preocupe intens de introducerea pe scară largă a mecanizării proceselor de producţie de mare efort, precum şi de problema protecţiei muncii şi tehnicii securităţii în întreprinderi.

8. Congresul însărcinează Consiliul Central să ia toate măsurile necesare pentru a îmbunătăţi revistele editate de A.S.I.T. împreună cu Ministerele interesate. Revistele trebue să constitue un instrument eficace în mâinile inginerilor şi tehnicienilor pentru rezolvarea practică a problemelor tehnico-ştiinţifice din întreprinderi şi să contribue la ridicarea nivelului lor profesional şi ideologic, şi să valorifice creaţiile inginerilor şi tehnicienilor noştri.

Publicaţiile A.S.I.T. trebue să valorifice creaţiile inginerilor şi tehnicienilor noştri şi să devină focare pentru răspândirea experienţei înaltei tehnici sovietice şi din ţara noastră, şi tribune în desbaterea problemelor ştiinţifice ale producţiei, arme ascuţite în lupta activă împotriva cosmopolitismului.

9. In vederea ridicării nivelului ştiinţific al activităţii Asociaţiei, Congresul însărcinează Consiliul Central să asigure o legătură strânsă cu Institutele de cercetări ale Academiei R.P.R. şi ale Ministerelor şi cu Institutul de Studii Româno-Sovietice şi stimulând membrii cercurilor A.S.I.T. să contribue cu experienţele şi cunoştinţele lor la rezolvarea problemelor noi ce se ridică procesul organizării ştiinţifice a producţiei şi luptei pentru îndeplinirea înainte de termen a Planului de Stat pe 1951.

10. Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor va trebui să dea o mai mare importanţă popularizării problemelor ce decurg din Planul de Industrializare şi Electrificare a ţării precum şi celor ridicate de transformarea socialistă a agriculturii în strânsă legătură cu Societatea pentru Răspândirea Ştiinţei şi Culturii.

11. Congresul însărcinează Consiliul Central să ia măsuri pentru a înfiinţa pe cât posibil în centrele industriale importante Case ale tehnicianului în scopul sprijinirii activităţii tehnico-ştiinţifice.

12. Congresul stabileşte că sarcina principală a fiecărui cerc, subfilială şi filială A.S.I.T. este să se străduiască să cuprindă în munca Asociaţiei pe toţi inginerii, tehnicienii şi inovatorii care îşi iubesc Patria şi muncesc pentru viitorul luminos al ei.

13. Inginerii, tehnicienii şi inovatorii din Republica Populară Română, întruniţi în Congresul A.S.T., exprimă întreaga lor recunoştinţă puternicei Uniuni Sovietice şi marelui Stalin, prietenul cel mai preţuit al poporului nostru, pentru marele ajutor pe care poporul sovietic îl acordă poporului nostru în construirea socialismului, ajutor pe care noi îl resimţim zi de zi, în întreprinderi, fabrici şi uzine.

Congresul trimite un călduros salut inginerilor, tehnicienilor, inovatorilor şi stahanoviştilor sovietici, şi îi asigură că tehnicienii din Republica Populară Română nu vor precupeţi niciun efort pentru a fi la înălţimea exemplului lor.

14. Inginerii şi tehnicienii condamnă uneltirile imperialiştilor americani şi englezi provocatorii războiului din Coreea, duşmanii de moarte ai libertăţii şi independenţii naţionale a poporului nostru şi declară că vor lupta fără preget, pentru pace, pentru întărirea Patriei noastre scumpe, pentru apărarea cuceririlor noastre democratice.

15. Congresul Asociaţiei Ştiinţifice a Tehnicienilor cheamă pe toţi inginerii, tehnicienii şi inovatorii din Republica Populară Română, ca strânşi în jurul Partidului Muncitoresc Român şi a Guvernului R.P.R. şi sub înţeleapta lor conducere să lupte activ pentru transformarea Patriei noastre într'o ţară înaintată, într'un factor puternic în marele lagăr al păcii.

Ingineri, Tehnicieni, Inovatori !

Să meritäm încrederea şi dragostea poporului nostru, să facem ca munca noastră să fie o chezăşie puternică pentru viitorul luminos al Patriei noastre, Republica Populară Română, pentru pace şi socialism.

ASUPRA REZISTENŢEI UNDELOR ELECTROMAGNETICE ÎN SPAŢIUL VID

de *prof. ing. C. BUDEANU*

I. Se obișnuește a se denumi *rezistența undelor electromagnetice în spațiul vid*, noțiunea definită prin expresia:

$$Z_0 = \frac{E}{H} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} = \mu_0 c \qquad (1)$$

în care notăm:

E câmpul electric într'un punct al spațiului;
H câmpul magnetic în același punct;
μ_0 permeabilitatea magnetică a spațiului vid și practic a aerului;
ε_0 constanta dielectrică a spațiului vid și practic a aerului;
c viteza undelor electromagnetice (egală cu a luminii în spațiul vid și practic în aer).

In primul rând, constatăm că în adevăr considerațiile dimensionale ne verifică că Z_0 este de natura unei rezistențe electrice. Scriind dimensiile mărimilor relației (1) în orice sistem coerent de unități, obținem pentru Z_0 dimensia unei rezistențe electrice.

Astfel de exemplu, în sistemul modern de unități L (lungime), M (masă); T (timp), I (curent electric), găsim:

$$[Z_0] = L^2 M T^{-3} I^{-2} \qquad (2)$$

ceeace reprezintă în adevăr dimensiunea unei *rezistențe electrice*.

Odată această noțiune introdusă, s'a mers mai departe, urmărindu-se a se calcula valoarea însăși a acestei mărimi. Acest calcul se obișnuește a se prezenta în unități zise «raționalizate».

In cele ce urmează vom nota prin H', μ_0' și ε_0' valorile mărimilor respective în unități rațonalizate, iar prin H, μ_0, ε_0, valorile acelorași mărimi în unități clasice.

Relațiile între valorile acestor mărimi se știe că sunt

$$H = 4\pi H'; \quad \mu_0 = \frac{1}{4\pi}\mu_0'; \quad \varepsilon_0 = 4\pi\varepsilon_0' \qquad (3)$$

Cum calculul mărimii Z_0 a fost prezentat în special de savanți, care au adoptat rațonalizarea, găsim foarte răspândit următorul calcul:

$$Z_0' = \mu_0' c = 4\pi.3.10^{10} \text{ C. G. S. em} =$$
$$= \frac{4.\pi.3.10^{10}}{10^9} = 377\ \Omega \qquad (4)$$

Insă pe de altă parte adoptarea rațonalizării, nu ne împiedică a efectua același calcul și în sistemul clasic de unități, care ne-ar conduce la rezultatul:

$$Z_0 = \mu_0 c = 1.3.10^{10} \text{ C. G. S. em} =$$
$$= \frac{3.10^{10}}{10^9} = 30\ \Omega \qquad (5)$$

Ajungem, deci, la constațarea că am obține pentru Z_0 *două valori cu totul diferite, ambele în* Ω, adică în aceeași unitate, după cum calculul îl facem în sistemul rațonalizat sau clasic.

Acest rezultat este însă neadmisibil. O aceeași mărime, *exprimată în aceeași unitate*, trebue totdeauna să conducă la o aceeași valoare, independent de metoda de calcul.

Constatarea de mai sus se complică și prin faptul că unii autori susțin că valoarea în Ω a mărimii, scrisă sub forma:

$$Z_0 = \frac{E}{H} = \mu_0 c$$

ar fi independentă de adoptarea sau nu a rațonalizării.

Știința pozitivă nu poate admite însă astfel de controverse, care ar fi de natură a menține o oarecare stare de confuzie asupra naturii fizice a fenomenelor în sine, cât și asupra rezultatelor de calcul și a aplicațiilor lor.

II. In cele ce urmează se expun câteva considerații, care ar putea aduce o contribuție la punerea la punct a controversei și poate asupra fenomenelor fizice relevate.

Se vor preciza, în primul rând, următoarele constatări și proprietăți principiale, de care ne vom servi în cele ce urmează.

a) Valoarea numerică a mărimii Z_0, *așa cum reiese din expresia* (1), depinde efectiv de adoptarea rațonalizării, dat fiind că H și H' sunt diferite în sistemele de unități clasice și rațonalizate (relația 3);

b) Rezistența în ohmi a mărimii Z_0 trebue însă să fie aceeași, independent de adoptarea sau nu a rațonalizării. Unitatea *ohm* nu se modifică prin rațonalizare și, deci, nici valoarea mărimii exprimate în această unitate nu trebue să se modifice prin adoptarea sau nu a rațonalizării;

c) Justificarea noțiunii Z_0 dată prin relația (1) nu e numai de simplă natură dimensională. Această noțiune are la bază și o explicație cu un caracter fizic.

Astfel, în cazul unui fenomen de propagare al unei unde plane, valorile câmpurilor electrice și magnetice la distanța x și în momentul t sunt:

$$\begin{cases} E = E_m \sin\dfrac{2\pi}{\lambda}(x - ct) \\ H = \varepsilon_0 E_m C \sin\dfrac{2\pi}{\lambda}(x - ct) \end{cases} \qquad (6)$$

în care E_m este *valoarea maximă a câmpului electric*, λ lungimea de undă.

Raportul acestor mărimi depinzând numai de μ_0, ε_0 și c apare ca o *proprietate invariantă a undelor*

electromagnetice, în fenomenul de propagare considerat. Acest raport este în adevăr

$$Z_0 = \frac{E}{H} = \frac{1}{\varepsilon_0 c} = \mu_0 c \qquad (7)$$

de dimensiunea și, deci, de natura unei rezistențe electrice.

Pe de altă parte forma matematică a celor două relații (6) este valabilă în ambele sisteme, clasic și raționalizat.

In adevăr, prima din ecuațiile (6) este efectiv independentă de raționalizare, întrucât E nu se modifică prin această operațiune.

In cea de a doua, valorile de H și ε_0 se modifică prin raționalizare, potrivit relațiilor (3), însă forma matematică a relației se păstrează și după raționalizare prin faptul că factorul 4π se elimină din ambii membri, obținându-se:

$$H' = \varepsilon_0' E_m c \sin \frac{2\pi}{\lambda}(x - ct) \qquad (8)$$

Raportul $Z_0' = \frac{E}{H'}$ de aceeași formă matematică cu Z_0 (relația 7) constitue, deci, și el tot *o proprietate invariantă a undelor electromagnetice*. Insă valoarea acestui raport Z_0' este diferită de aceea dată prin relația (7), deoarece H se modifică ca valoare prin raționalizare devenind H'.

Insă din expresiile celor două relații (6) nu apare prin nimic, dacă e mai justificat a defini rezistența Z_0 prin $Z_0 = \frac{E}{H}$ sau prin $Z_0' = \frac{E}{H'}$. Ambele reprezintă *proprietăți invariante* ale undelor electromagnetice, însă ca valori sunt diferite între ele, deoarece:

$$Z_0 = \frac{E}{H} = \frac{E}{4\pi H'} = \frac{1}{4\pi} Z_0' \qquad (9)$$

potrivit celor mai sus găsite prin relațiile (4) și (5).

La aceeași concluzie se ajunge în cazul general. Astfel fie valorile câmpurilor E și H produse la o mare distanță, de un dipol oscilant, exprimate sub forma:

$$\begin{cases} E = \mu_0 \omega \frac{A \sin\alpha}{r} \cos\omega\left(t - \frac{r}{c}\right) \\ H = \frac{\omega}{c} \frac{A \sin\alpha}{r} \cos\omega\left(t - \frac{r}{c}\right) \end{cases} \qquad (10)$$

în care

r este distanța dela dipol la punctul considerat;

α este unghiul între direcția dipolului și aceea a distanței r;

E, H, μ_0, c aceleiași semnificații ca mai sus;

ω este pulsația curentului oscilant;

A este un factor depinzând de valoarea unui curent rectiliniu oscilant pe o distanță mică l ($A = \sqrt{2}\, Il$).

Factorul A fiind proporțional cu H, se modifică prin raționalizare, în același sens ca și H, adică avem:

$$A = 4\pi A' \quad \text{sau} \quad A' = \frac{1}{4\pi}\sqrt{2}\, Il \qquad (11)$$

Făcând raportul între cele două relații (10) găsim aceeași *proprietate invariantă* ca în relația (7) și anume:

$$Z_0 = \frac{E}{H} = \mu_0 c \qquad (12)$$

Adoptând raționalizarea, forma matematică a relațiilor (10) deasemenea nu se modifică. Se păstrează valoarea lui E, deoarece $\mu_0 A = \mu_0' A'$ în ambele sisteme, însă se modifică valoarea lui H, deoarece după cum s'a arătat, A se modifică în A'. In aceste condiții cele două relații (10) devin, după raționalizare:

$$\begin{cases} E = \mu_0' \omega \frac{A' \sin\alpha}{r} \cos\omega\left(t - \frac{r}{c}\right) \\ H' = \frac{\omega}{c} \frac{A' \sin\alpha}{r} \cos\omega\left(t - \frac{r}{c}\right) \end{cases} \qquad (13)$$

iar raportul acestor două relații devine

$$Z_0' = \frac{E}{H'} = \mu_0' c \qquad (14)$$

Comparând (12) cu (14) deducem:

$$Z_0 = \mu_0 c = \frac{1}{4\pi} \mu_0' c = \frac{1}{4\pi} Z_0' \qquad (15)$$

Deci ajungem, după cum era și natural, la aceeași concluzie pe care am găsit-o și la undele plane (relația 9).

d) Definiția rezistenței Z_0 prin *raportul* câmpurilor E și H, dintre care unul se modifică prin raționalizare, nu este, deci, suficientă spre a ne preciza și factorul numeric care intervine în o astfel de definiție și care urmează a se preciza pe altă cale. Când definim mărimea vitezei, este normal a scrie $v = \lambda \frac{l}{t}$, în care λ devine 1 numai dacă alegem convențional ca unitate de viteză *acea viteză care corespunde deplasării pe unitatea de lungime în unitatea de timp.*

In același fel trebue, deci, scrisă și relația rezistenței sub forma generală:

$$Z_0 = \lambda \frac{E}{H} \qquad (16)$$

și aceasta cu atât mai mult cu cât prin raționalizare *se schimbă unitatea de H, însă nu se schimbă unitățile de Z_0 și E.*

Simpla considerație de natură dimensională nu e suficientă a ne determina factorul numeric λ.

III. Ca urmare la cele expuse în paragraful precedent, se impune în prealabil a examina ce devine factorul numeric λ prin operațiunea raționalizării.

Pentru aceasta se scrie rezistența Z_0 în regim clasic și raționalizat introducând coeficienții numerici λ_1 și λ_2 în expresiile respective sub forma generală:

$$\begin{cases} Z_0 = \lambda_1 \frac{E}{H} = \lambda_1 \mu_0 c \;\ldots\; \text{(clasic)} \\ Z_0' = \lambda_2 \frac{E}{H'} = \lambda_2 \mu_0' c \;\ldots\; \text{(raționalizat).} \end{cases} \qquad (17)$$

Aplicând teorema de transformare la cele două relaţii (17), găsim:

$$\operatorname{mod} Z = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \operatorname{mod} \mu \cdot \operatorname{mod} c \qquad (18)$$

în care modulurile de Z, μ şi c reprezintă *raporturile între noile şi vechile unităţi* ale mărimilor respective, prin operaţiunea de raţionalizare.

Se ştie însă că se obţine:

$$\begin{cases} \operatorname{mod} z = 1 \quad ; \quad \operatorname{mod} c = 1 \\ \operatorname{mod} \mu = \dfrac{1}{4\pi} \end{cases} \qquad (19)$$

întrucât unităţile de rezistenţă şi de viteză nu se modifică prin raţionalizare, iar pe de altă parte *unitatea raţionalizată de permeabilitate* este de 4π ori mai mică decât aceea clasică.

In consecinţă din relaţiile (18) şi (19) deducem:

$$\lambda_2 = \frac{1}{4\pi} \lambda_1 \qquad (20)$$

Deci cei doi factori numerici λ_1 şi λ_2 ai rezistenţei Z_0 scrisă în cele două sisteme clasic şi raţionalizat *nu pot* şi *nu trebue* să fie egali. Expresia rezistenţei Z_0 *nu poate avea aceeaşi formă matematică*, în cele două sisteme, clasic ori raţionalizat.

Această concluzie rezumată prin relaţia (20) ne scoate doar în evidenţă numai *raportul* între cei doi factori λ_1 şi λ_2. Pentru determinarea absolută a celor doi factori mai este necesar a aduce noi precizări asupra rezistenţei Z_0. Aceste precizări trebue aduse fie pe cale de *completare a definiţiei adoptate*, fie pe cale de noi fenomene fizice.

Astfel, de exemplu, relaţiile (17), ţinând seama şi de relaţia (20) ne conduc la două variante imediate.

Varianta I-a. Se completează definiţia rezistenţei Z_0 în sensul ca $\lambda_1 = 1$. In acest caz din (20) rezultă $\lambda_2 = \dfrac{1}{4\pi}$, iar valorile rezistenţei Z_0 devin:

$$\begin{cases} Z_0 = \dfrac{E}{H} = \mu_0 c. \ . \text{ în sistem clasic} \\ Z_0 = \dfrac{E}{4\pi H'} = \dfrac{1}{4\pi} \mu_0' c. \ . \text{ în sistem raţionalizat} \end{cases} \qquad (21)$$

In acest caz valoarea rezistenţei Z_0 devine 30 Ω în *ambele sisteme*, iar controversa iniţială se elimină obţinându-se o aceeaşi valoare de rezistenţă atât în regim clasic, cât şi raţionalizat.

Situaţii similare, întâlnim deja în tehnică în multe împrejurări.

Astfel de exemplu *toate expresiile de inductanţă* au forma generală:

$$\begin{cases} L = \mu f(l). \ . \ . \ . \text{ în sistem clasic} \\ L = \dfrac{1}{4\pi} \mu' f(l) \ . \text{ în sistem raţionalizat} \end{cases} \qquad (22)$$

unde $f(l)$ este o funcţie având totdeauna dimensia unei lungimi şi depinzând de forma acelei inductanţe, iar L este valoarea inductanţei *având aceeaşi valoare* în ambele sisteme.

Aceste relaţii generale au fost deja relevate de *prof. P. Kalantarov* dela Inst. Politehnic din Leningrad (Dare de seamă a Acad. Ştiinţă U.R.S.S. Nr. 6, Tom. XLVI, 1945).

Se observă completa analogie între relaţiile (22) şi acelea la care s'a ajuns mai sus privind rezistenţa Z_0 (21).

Multe alte exemple în acelaşi sens se pot prezenta. In adevăr:

Toate expresiile de capacitate au forma

$$\left.\begin{array}{l} C = \varepsilon f(l) \ . \ . \ . \text{ în sistem clasic} \\ C = 4\pi \varepsilon' f(l) \ . \text{ în sistem raţionalizat.} \end{array}\right\} \qquad (23)$$

Potenţialul vector al unui circuit:

$$\begin{cases} \bar{A} = \mu_0 \oint \dfrac{I \, dl}{r} \ . \ . \text{ în sistem clasic} \\ \bar{A} = \dfrac{1}{4\pi} \mu_0' \oint \dfrac{I \, dl}{r} \quad \text{în sistem raţionalizat.} \end{cases} \qquad (24)$$

Varianta II-a. Modificăm definiţia rezistenţei Z_0 în sensul ca $\lambda_2 = 1$. In acest caz reiese neapărat că $\lambda_1 = 4\pi$ şi rezistenţa Z_0 devine:

$$\begin{cases} Z_0' = 4\pi \dfrac{E}{H} = 4\pi \mu_0 c \text{ în sistem clasic} \\ Z_0' = \dfrac{E}{H'} = \mu_0' c \ . \ . \text{ în sistem raţionalizat} \end{cases} \qquad (25)$$

In această situaţie valoarea rezistenţei undelor electromagnetice devine în adevăr $Z_0' = 377\ \Omega$ în ambele sisteme de unităţi.

In general deci factorii λ_1 şi λ_2 corespunzând la cele două sisteme clasic şi raţionalizat trebue să îndeplinească neapărat condiţia

$$\lambda_1 = \lambda \quad \text{şi} \quad \lambda_2 = \frac{1}{4\pi} \lambda \qquad (26)$$

în care λ este un factor numeric care urmează a fi precizat pe o altă cale.

Observăm însă că atât cupla de relaţii (21) şi (25) cât şi condiţia generală (26) *înlătură controversa iniţială asupra dublei valori a rezistenţei* Z_0.

Dacă am persista în a scrie Z_0 prin o aceeaşi formă de relaţie matematică

$$Z_0 = \frac{E}{H} \qquad (27)$$

atunci Z_0 şi Z_0' ar avea valori diferite, ele ne mai fiind scrise ambele în ohmi. Z_0' ar apărea în o altă unitate, de 4π mai mică decât ohmul, în cazul când Z_0 ar fi în ohmi.

IV. S'au emis diverse păreri tinzând la concluzia că rezistenţa Z_0 trebue *neapărat scrisă în sistem raţionali at*, ea urmând deci a avea neapărat valoarea

$$Z_0 = \frac{E}{H'} = \mu_0' c = 377\ \Omega \qquad (28)$$

Aceasta ar însemna că *am fi obligaţi* a ne fixa asupra variantei dată prin cuplul de relaţii (25).

Precizăm în prealabil că nu intenționăm, în cele ce urmează, a intra în discuția în sine asupra adoptării sau nu a raționalizării. Operațiunea «rațională» comportă argumente serioase atât în favoarea ei, cât și în contra ei. Această operațiune poate fi privită ca fiind oportună sau nu, ca fiind mai adecuată situației fizice sau nu; ca fiind preferabilă în anume situații; ca fiind neconcludentă în alte situații; totuși ea rămâne o problemă de unități, având, deci, un *caracter convențional* și care nu poate modifica aspectul fizic intrinsec al fenomenului în sine.

De aceea fără a se intra în discuția asupra adoptării «raționalizării» examinăm deocamdată mai de aproape două dintre cele mai importante motive aduse în favoarea adoptării «obligatorii» a rezistenței Z_0 sub forma redată prin relația rațională (28).

a) După cum s'a arătat mai sus orice inductanță și orice capacitate în spațiul vid, pot fi scrise prin relații de forma (22) și (23), și deci direct proporționale cu constantele caracterizând situația electromagnetică a spațiului vid.

Pentru fixarea ideilor, sub o formă generală, se vor nota deocamdată aceste constante prin h (pentru mediul magnetic) și prin k (pentru mediul electric).

Aceste constante pot fi precis determinate prin capacitatea C, a unui condensator plan și prin inducția L a unui tor, ambele presupuse situate în spațiul vid. Expresiile C și L se știe că au forma

$$L = h \cdot \frac{n^2 S_1}{l} \quad \text{și} \quad C = K \frac{S_2}{e} \qquad (29)$$

în care

n e numărul de spire al torului;
S_1 și S_2 secțiunea torului și respectiv suprafața condensatorului;
l lungimea fibrei medii a torului (presupusă mare față de S_1);
e grosimea stratului care separă armăturile condensatorului.

In aceste condiții s'ar putea defini rezistența undelor electromagnetice în spațiul vid printr'o expresie de forma

$$Z_0 = \sqrt{h/k} \qquad (30)$$

care se poate vedea ușor că are următoarele proprietăți;

Expresia (30) are în adevăr dimensiile și deci este de natura unei *rezistențe electrice.*

Pe de altă parte atât Z_0, cât și factorii h și k sunt independenți de operațiunea raționalizării, dat fiind că atât rezistența electrică, cât și toate mărimile intervenind în relația (29) nu sunt influențate prin raționalizare.

In fine pe cale de măsurători conforme cu relațiile (29) se găsesc pe cale experimentală, scriind toate rezultatele în sistemul practic

$$h = 4\pi \times 10^{-7} \quad \text{și} \quad k = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \times 10^9} \qquad (31)$$

Introducând aceste rezultate în expresia (30) se obține:

$$Z_0 = \sqrt{4\pi \times 10^{-7} \times 4\pi \times 9 \times 10^9} = 377\ \Omega \qquad (32)$$

Se obține deci un rezultat în Ω, independent de raționalizare și care nu mai comportă nicio controversă.

Se observă însă că definiția dată prin relația (30) *nu este identică* cu aceea uzuală dată prin relația (1).

In adevăr:

In regim clasic:

$$h = 4\pi\mu_0 \text{ și } k = \frac{1}{4\pi}\varepsilon_0$$

$$\sqrt{h/k} = 4\pi\sqrt{\mu_0/\varepsilon_0} = 4\pi\mu_0 c = \frac{E}{H}$$

In regim rațional:

$$h = \mu'_0 \text{ și } k = \varepsilon'_0$$

$$\sqrt{h/k} = \sqrt{\mu'_0/\varepsilon'_0} = \mu'_0 c = \frac{E}{H'}$$

In consecință rezistențele $\sqrt{h/k}$ și $\sqrt{\mu_0/\varepsilon_0}$ sunt de aceeași natură, însă rămân diferite. Ele sunt egale *numai într'un anumit sistem de unități.*

Este o situație oarecum analogă cu valoarea suprafeței unei sfere $S = 4\pi r^2$ care ar putea deveni egală cu r^2 sub forma $S' = r^2$ «raționalizând» unitatea de suprafață.

Faptul este că adoptarea definiției Z_0 sub forma (30) se poate face. Ea reprezintă însă o *modificare* a definiției rezistenței Z_0, care n'ar mai fi identică cu aceea cunoscută azi (relația 1), ci ar corespunde variantei 2-a (relațiile 25) de mai sus.

Dacă se decide la această *modificare de definiție* a rezistenței Z_0, față de aceea uzuală (relația 1), atunci se obține în adevăr $Z_0 = 377\ \Omega$, eliminând totodată orice controversă. Dar pentru aceasta trebue să ne decidem la această *modificare* de definiție.

b) O altă considerație invocată în același sens ar fi următoarea:

In expresia de definiție a rezistenței Z_0 sub forma relației (1), scrisă în *unități practice raționalizate* se vede că E este exprimat în V/m, iar H' în A/m, așa încât Z_0 va fi exprimat în $V/A = \Omega$. S'ar părea deci, că Z_0, trebuind să fie exprimat în Ω, ar urma ca H să fie neapărat în A/m și deci în unități raționalizate.

Un astfel de raționament omite însă următorul fapt:

Z_0 și $\frac{E}{H}$ nu e obligator să fie identice. Ele pot fi exprimate ambele în Ω și totuși să nu fie egale, dacă intervine un factor numeric în relația lor de legătură.

Ori s'a arătat mai sus, (relațiile 21), că poate exista situația când H este exprimat prin H' (unități raționalizate), iar mărimea lui Z_0, tot în Ω, este de 4π ori mai mică ca mărimea $\frac{E}{H'}$ (relația 21).

In acest caz $\frac{E}{H'}$ este în adevăr 377 Ω, dar rezistența Z_0 are valoarea

$$Z_0 = \frac{1}{4\pi}\frac{E}{H'} = 30\ \Omega \qquad (33)$$

Faptul că $\frac{E}{H'}$ este 377 Ω, nu implică deci obligația ca și Z_0 să fie tot 377 Ω.

Poate apărea un factor 4π în relația de legătură între Z_0 și $\frac{E}{H}$, după cum s'a arătat mai sus, (par. III) ceea ce modifică raportul între aceste două mărimi.

Situația e absolut identică cu ceea ce se întâmpla în suprafața unei sfere $S = 4\pi r^2$ unde și suprafața sferei S și pătratul r^2 făcut pe raza sferei, sunt ambele exprimate în aceleași unități, de exemplu în metru pătrat, fără ca prin aceasta să rezulte neapărat ca S și r^2 să fie egale. Fiziceşte chiar cele două mărimi geometrice nu pot fi egale niciodată.

Se observă deci, că niciuna din cele două considerații examinate nu pot fi considerate ca suficiente, spre a conduce la concluzia *obligatorie* $Z_0 = 377\ \Omega$.

V. Din cele mai sus expuse, în special așa cum apare din relațiile (16), (17), (21) și (25) reiese că în mod riguros se cunoaște expresia rezistenței Z_0 cu o aproximație de o constantă.

Această constantă nu s'ar putea determina decât, fie prin o experiență fizică directă care să ne determine experimental mărimea Z_0 în anume condiții fizice reale, fie prin o completare a definiției mărimii Z_0. In lipsă de o experiență fizică directă, dacă ne limităm numai la o completare a definiției Z_0, această mărime s'ar reduce la un caracter convențional.

Ceea ce dă însă mărimei Z_0, o oarecare autoritate fizică, este că în anume situații, sunt unele *mărimi de rezistență* care realmente pot fi precizate fizicește, fără nicio ambiguitate sau controverse și a căror valoare este *proporțională cu* Z_0. Constanta de proporționalitate intervenind în fiecare din aceste cazuri depinde de *situația fizică respectivă* și înglobează în ea și constanta mărimii Z_0 propriu zise.

Vom reda în cele ce urmează câteva exemple de acest gen. Se precizează însă că astfel de situații apar *fiziceşte* numai în fenomenele unde realmente e vorba de o *radiație de energie* (respectiv de putere) pe cale *de unde electromagnetice.* De altfel pentru astfel de situații a fost imaginată mărimea Z_0. Numai în accesoriu și numai pe cale de *analogie formală și dimensională* mărimea Z_0 este introdusă uneori și în expresii unde propriu zis nu e vorba de o radiație de energie pe cale de unde electromagnetice.

Pentru precizarea ideilor, în cele ce urmează, vom nota în mod distinct:

$$Z_0 = \frac{E}{H} = \mu_0 c \quad \text{și} \quad Z_0' = \frac{E}{H'} = \mu_0' c \qquad (34)$$

în care H și H' reprezintă valorile câmpului magnetic în unități clasice și respectiv raționalizate. Analog μ_0 și μ_0'.

Iată câteva exemple care se referă aci:

a) Fie cazul *rezistenței de radiație* a unei antene. Aci în adevăr se poate defini o *mărime de rezistență* având o aceeași valoare în Ω, independent de raționalizare și deci lipsită de orice ambiguitate ori controversă.

In adevăr, se știe că se poate oricând preciza *puterea reală medie radiată de o antenă* și pe care o notăm cu P_r. Deasemenea se poate preciza *curentul pe care generatorul îl furnizează în antenă* și care se notează cu I_0.

In aceste condiții se poate denumi fără nicio ambiguitate, *rezistența de radiație a antenei*:

$$R_r = \frac{P_r}{I_0^2} \qquad (35)$$

Pe de altă parte se știe că totdeauna valoarea rezistenței de radiație R_r poate fi pusă sub forma

$$\begin{cases} R_r = \alpha Z_0 \ . \ . \ . & \text{în regim clasic} \\ R_r = \dfrac{\alpha}{4\pi} Z_0' \ . \ . & \text{în regim raționalizat.} \end{cases} \qquad (36)$$

Factorul de proporționalitate α este un număr, care depinde de forma și dispoziția antenei.

Astfel de exemplu, în cazul unei antene, alimentate în mijlocul său, având înălțimea totală $2h$, și extremitățile izolate, factorul de proporționalitate α are valoarea:

$$\alpha = \frac{8\pi^2}{3}\left(\frac{h}{\lambda}\right)^2 \qquad (37)$$

în care λ este lungimea de undă.

Pentru fiecare tip de antenă există pentru α valoarea sa diferită.

b) Fie un al doilea exemplu, acela al unei *linii de transport* caracterizate prin inductanța și capacitatea specifică (pe unitatea de lungime) L_1 și C_1. Se știe că se denumește în acest caz impedanța caracteristică, mărimea definită prin

$$Z_c = \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} \qquad (38)$$

Pentru calculul lui Z_c se exprimă în prealabil L_1 și C_1 a căror valori într'un sistem coerent de unități, în cazul cel mai general, sunt:

$$\begin{cases} L_1 = 2\mu_0\left(\dfrac{1}{2}\mu_r + 2\,Ln\dfrac{d-r}{r}\right) \\ C_1 = \varepsilon_0\varepsilon_r \dfrac{1}{4\,Ln\left(\dfrac{d}{2r} + \sqrt{\dfrac{d^2}{4r^2} - 1}\right)} \end{cases} \qquad (39)$$

în care s'a notat

μ_0 și ε_0 permeabilitatea și constanta dielectrică a spațiului vid, în același sistem coerent de unități ca și L_1 și C_1;

μ_r permeabilitatea relativă a materialului din care sunt construiți conductorii;

ε_r constanta dielectrică relativă a mediului care separă cei doi conductori;

r și d raza conductorilor și respectiv distanța dintre ei.

Introducând valorile L_1 și C_1, din (39) în expresia (38), se obține:

$$Z_c = \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} = \alpha \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} = \alpha Z_0 \qquad (40)$$

în care factorul numeric de proporționalitate α are valoarea după cum se vede:

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_r} 8 \left(\frac{1}{2} \mu_r + 2 Ln \frac{d-r}{r} \right) Ln \left(\frac{d}{2r} + \sqrt{\frac{d^2}{4r^2} - 1} \right)} \qquad (41)$$

In cazul particular, când conductorii sunt din cupru ($\mu_r = 1$), așezați în aer ($\varepsilon_r = 1$) și având raza lor r neglijabilă față de distanța d care-i separă, expresia factorului α se reduce la:

$$\alpha = 4 Ln \frac{d}{r} \qquad (41')$$

In cazul când se exprimă μ_0, ε_0 și deci Z_0 în regim raționalizat, atunci expresia (40) devine oricare ar fi valoarea lui α:

$$Z_c = \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} = \frac{\alpha}{4\pi} \sqrt{\frac{\mu'_0}{\varepsilon'_0}} = \frac{\alpha}{4\pi} Z'_0 \qquad (42)$$

Se obține deci în rezumat și aci

$$\begin{cases} Z_c = \alpha Z_0 \ . \ . \ . \ . \text{ în regim clasic} \\ Z_c = \dfrac{\alpha}{4\pi} Z'_0 \ . \ . \ . \text{ în regim raționalizat,} \end{cases} \qquad (43)$$

în care α are valoarea (41), sau (41)' în cazul particular considerat. Formula e asemănătoare cu relația (36).

c) Fie acum exemplul unei *linii*, de lungime practic infinită, formată din *două pânze de curenți plane paralele.* Curenții în cele două pânze sunt deci egali și de semn contrar.

Un dispozitiv special ușor de imaginat asigură uniformitatea câmpurilor electrice și magnetice între cele două pânze de curenți.

Notând în acest caz prin a lățimea pânzei, iar prin b distanța lor, se știe că expresiile câmpurilor E și H pot fi exprimate în funcție de tensiunea V și curentul I prin:

$$V = b E \quad \text{și} \quad I = \frac{1}{4\pi} a H \qquad (44)$$

și deci rezistența caracteristică

$$\begin{cases} Z_c = \dfrac{4\pi b}{a} \dfrac{E}{H} = \alpha Z_0 \text{ în regim clasic} \\ Z_c = \dfrac{b}{a} \dfrac{E}{H'} = \dfrac{\alpha}{4\pi} Z'_0 \text{ în regim raționalizat.} \end{cases} \qquad (45)$$

Rezultatul și de data aceasta este cu totul analog cu acela al situațiilor studiate în exemplele anterioare (36) și (43).

CONCLUZII

Din examinarea celor de mai sus se desprind următoarele câteva concluzii:

1. Valoarea în Ω a rezistenței undelor electromagnetice trebue să fie aceeași în cele două sisteme clasic și raționalizat.

2. Insă expresiile $\frac{E}{H} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} = \mu_0 c$ figurând în relația (1) depind efectiv de *raționalizare.* Suntem, deci, obligați a ne preocupa de ce devin aceste relații când trecem dela sistemul clasic la cel raționalizat și invers.

3. Noțiunea Z_0 nu e numai de simplă natură dimensională. Ea are la bază o explicație fizică, fiind *raportul* câmpurilor E și H într'un *fenomen de propagare* a energiei undelor electromagnetice. In acest fenomen raportul $Z_0 = \frac{E}{H}$ apare ca o proprietate invariantă. Aceeași proprietate o are și $Z'_0 = \frac{E}{H'}$.

4. Mărimile Z_0 și $\frac{E}{H}$ ambele de dimensiunea unei rezistențe apar a nu fi egale așa cum se crede uneori, ci numai *proporționale*, factorul de proporționalitate λ depinzând de efectul raționalizării potrivit relațiilor (16), (25).

5. Importanța fizică și rolul mărimii Z_0 rezidă în faptul că ea e totdeauna *proporțională* cu valoarea efectivă a unei rezistențe atunci când *fizicește* se poate identifica o noțiune de *rezistență* exprimată în funcție de câmpurile electrice și magnetice.

Valoarea constantei de proporționalitate α nu este 1, ci depinde de natura fenomenului cât și de situația constructivă particulară a fiecărui caz. Corelația între rezistența fizică respectivă și mărimile Z_0 sau Z'_0 este *totdeauna* de forma

$$\begin{cases} R = \alpha Z_0 \text{ în regim clasic} \\ R = \dfrac{\alpha}{4\pi} Z'_0 \text{ în regim raționalizat.} \end{cases} \qquad (46)$$

Situații particulare sunt date prin relațiile (36), (43), (45).

Situația e cu totul asemănătoare cu expresia altor mărimi exprimate simultan în regim clasic și raționalizat (relațiile 22, 24).

Evident că relațiile (46) pot fi scrise tot așa de bine și sub forma:

$$\begin{cases} R = 4\pi\beta Z_0 \text{ în regim clasic} \\ R = \beta Z'_0 \quad \text{în regim raționalizat} \end{cases} \qquad (47)$$

factorii α și β fiind legați prin relația $\alpha = 4\pi\beta$.

6. Din cele mai sus expuse reiese că în expresiile unde realmente intervine *fizicește* un fenomen de rezistență și radiație energetică se poate folosi tot așa de bine noțiunile $Z_0 = \frac{E}{H} = \mu_0 c$ cât și $Z'_0 = \frac{E}{H'} = \mu'_0 c$ (relațiile 46 și 47) cu condiția însă ca să le asociem *totdeauna în mod corect* de factorii lor proprii de proporționalitate atât în regim clasic, cât și raționalizat și care sunt diferiți de 1.

7. Toate aceste considerații arată odată mai mult necesitatea asupra căreia am insistat, de a se fi fixat cât mai curând, asupra adaptării sau nu a raționalizării, în cadrul unei decizii de standardizare internațională, *precizându-se în același timp toate consecințele acestei operațiuni.*

★

О СОПРОТИВЛЕНИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В ВАККУМЕ.

Резюме

Автор статьи подчеркивает, что сопротивление электромагнитных волн в вакууме может быть разной величины, в зависимости от того произведен ли расчет по классической или же по рационализированной системе. Фактически, величина электрического сопротивления не может изменить своего значения, выраженного той же единицей сопротивления, путем простого условного принятия системы измерения.

Сопротивление электромагнитных волн пропорционально определенным физическим величинам сопротивления, которые могут быть уточнены непосредственно экспериментальным путем. Единица величины получается по обеим системам, при правильном подставлении соответствующего коэфициента пропорциональности.

Положение аналогично с указанным профессором П. Калантаровым, касательно пропорциональности между значением индуктивного сопротивления и произведением между проницаемостью и функцией длины, где соответствующей коэфициент пропорциональности также должен быть правильно и по разному применен в классической или рационализированной системе.

CONTRIBUȚII PENTRU CALCULUL ELECTRIC AL REȚELELOR DE TRACȚIUNE

de ***ing.*** *M. PROVINCEANU*

Primele date necesare pentru calculul electric al unei rețele de tracțiune, fie că este vorba de o rețea care urmează a fi construită, fie că este vorba de o rețea care a suferit modificări în distribuția vagoanelor pe diferitele traseuri, sunt următoarele:

—numărul de vagoane;
—greutățile vagoanelor;
—viteza lor comercială;
—distribuția lor pe traseu

și în plus cantitatea de energie specifică, exprimată în wattore pe tonă și kilometru, care se poate calcula cu ánumite formule, sau (la o rețea existentă) se poate măsura efectiv.

Cu aceste date se poate stabili pentru fiecare tronson în parte sarcina care îi revine, calculând expresiiile:

$$W_i = E_s \,.\, G_i \,.\, V_i \,.\, l_i$$

în care:

E_s reprezintă energia specifică, în watt ore pe tonă și km, care poate fi comună întregii rețele, dacă aceasta nu prezintă caracteristice diferite ale căii de rulare, sau poate fi diferită dela un tronson la altul, dacă există diferențe în caracteristicele căii de rulare.

G_i reprezintă greutatea trenurilor ce revin pe tronsonul respectiv în tone pe km; la rețelele urbane, unde frecvența vagoanelor este mai mare, se consideră greutatea totală a vagoanelor unui traseu uniform repartizată pe tot traseul, revenind unui tronson o parte dintr'însa, reprezentată prin cantitatea de mai sus.

Firește că cu cât frecvența vagoanelor este mai mare, cu atât această ipoteză este mai aproape de adevăr.

V_i este viteza comercială în km/h, care, la rețelele urbane, este comună cel puțin unui traseu, dacă nu la rețeaua întreagă;

l_i este lungimea tronsonului, în km;

W_i este exprimat în wați, după cum se poate constata din formula:

$$W_i = \frac{\text{wattoră}}{\text{tonă} \times \text{km}} \,.\, \frac{\text{tone}}{\text{km}} \,.\, \frac{\frac{\text{km}}{\text{oră}}}{} \,.\, \text{km} = \text{wați}.$$

Pentru stabilirea energiei specifice E_s există multe formule, iar tratatele sovietice ale lui *Kuzneţov* și *Pisarev* referitoare la tracțiunea electrică urbană, dau formule complete, care țin seama de curbe, pante, vânt, etc. Pentru rețelele existente E_s poate fi măsurat efectiv. In ceea ce privește calculul rețelelor urbane, se consideră cazul cel mai defavorabil, iarna cu zăpadă și încălzire a vehiculelor. Desigur că ar fi indicat să se ia două valori, una de iarnă, cea mai defavorabilă, și deci mai mare, și una de vară, care s'ar putea să fie valabilă cea mai mare parte a anului, cel puțin în regiunile noastre.

In cele ce urmează vom considera valoarea E_s cunoscută, fie sub forma unei singure valori pentru toată rețeaua, fie pentru anumite trasee sau regiuni de traseu, valori deosebite. In orice caz vom considera E_s bine cunoscută pentru fiecare traseu în parte. Prin urmare vom considera puterea W aferentă fiecărui tronson bine cunoscută, cu aproximație inerentă stabilirii factorilor săi componenți.

Pentru a se afla intensitățile sau, cum se obișnuește a se mai spune, sarcinile aferente fiecărui

tronson în parte, se consideră o tensiune medie a reţelei, U_m şi se calculează raportul

$$I = \frac{W}{U_m}$$

pentru fiecare tronson în parte. Acest procedeu nu poate fi exact, pentrucă tensiunea medie, dacă ar putea fi definită pentru ansamblul reţelei, nu poate fi aceeaşi pentru fiecare tronson în parte. Căderile de tensiune sunt cu atât mai mari, cu cât distanţa până la barele uzinei sau substaţiei este mai mare şi, adoptându-se o valoare medie a tensiunii, aceeaşi pentru toate tronsoanele, se obţin intensităţi mai mari decât cele reale pentru tronsoanele apropiate de substaţie şi mai mici pentru cele depărtate.

Este evident că intensitatea totală a reţelei astfel calculată s'ar putea să fie aproape de cea reală, ceea ce însă nu s'ar putea afirma decât cu certitudinea cu care s'a putut stabili valoarea tensiunii medii. In orice caz distribuţia intensităţilor pe tronsoane nu ar fi exactă şi aceasta interesează mult la gruparea lor pe centrele de alimentare.

Alimentarea reţelelor de tracţiune urbană, care în general sunt de tipul arborescent, se face prin centre de alimentare în puncte de noduri ale reţelei aeriene, legate la barele substaţiilor prin cable. Deobicei există şi un cablu de întoarcere a curentului legat la şine tot în acel punct.

SARCINI UNIFORM REPARTIZATE

Fie un tronson ca cel din fig. 1 şi fie I intensitatea totală aferentă acestui tronson, absorbită de

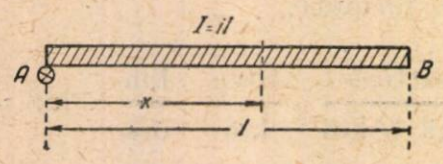


Fig. 1.

vehiculele ce se află pe el. Considerăm această intensitate uniform distribuită dealungul tronşonului aşa încât

$$i = \frac{I}{l}$$

ceea ce este cu atât mai adevărat, cu cât numărul de vehicule pe tronson este mai mare. Presupunem că alimentarea se face prin punctul A direct dela barele uzinei.

Secţiunea x va fi străbătută de un curent $i\,(l-x)$

1. CĂDEREA DE TENSIUNE

Fie R rezistenţa pe unitatea de lungime a tronsonului; $R\,\mathrm{d}\,x$ va fi rezistenţa porţiunii elementare de tronson şi expresia căderii elementare de tensiune va fi:

$$\mathrm{d}\,\delta = i\,(l-x)\,R\,\mathrm{d}\,x$$

Căderea de tensiune până la secţiunea x va fi:

$$\delta_x = \int_0^x Ri\,(l-x)\,\mathrm{d}x = Ri\left(lx - \frac{x^2}{2}\right) \qquad (1)$$

iar căderea de tensiune totală până la extremitatea tronsonului va fi:

$$\delta_B = Ri\left[lx - \frac{x^2}{2}\right]_0^l = Ri - \frac{l^2}{2} \qquad (2)$$

Formulele (1) şi (2) se mai pot scrie:

$$\delta_x = R\,i\,x\left(l - \frac{x}{2}\right) = R\,I\left(l - \frac{x}{2}\right) \qquad (3)$$

$$\delta_B = Ri\frac{l}{2} = R\,I\frac{l}{2} \qquad (4)$$

Formula (4) ne arată că, *în cazul intensităţilor uniform repartizate, căderea totală de tensiune dela extremitatea tronsonului este aceeaşi ca şi cum intensitatea totală aferentă tronsonului ar fi concentrată la mijlocul acestuia.*

2. PIERDEREA DE PUTERE

In mod analog, dacă voim să calculăm pierderea de putere în firul de cale, obţinem:

$$\mathrm{d}\,P = Ri^2\,(l-x)^2\,\mathrm{d}\,x.$$

Până în secţiunea x pierderea de putere va fi:

$$P_x = \int_0^x Ri^2\,(l^2 + x^2 - 2\,l\,x)\,\mathrm{d}\,x$$

sau

$$P_x = R\,i^2\,(l^2\,x + \frac{x^3}{3} - l\,x^2) \qquad (5)$$

şi pierderea de putere până la extremitatea tronsonului va fi:

$$P_B = R\,i^2\left[\frac{x^3}{3}\right]_0^l = R\,i^2\frac{l^3}{3} \qquad (6)$$

Această formulă se mai poate scrie:

$$P_B = R\,I^2\frac{l}{3} \qquad (7)$$

Prin urmare *pierderea de putere, în cazul intensităţilor uniform repartizate este aceeaşi ca şi cum intensitatea totală aferentă tronsonului ar fi aplicată la o treime din lungimea acestuia.*

3. ALTĂ FORMULĂ PENTRU CĂDEREA DE TENSIUNE

Pentru calculul intensităţii I, observăm că puterea furnizată de uzină fiind UI, puterea W a receptoarelor distribuite dealungul tronsonului va fi:

$$W = UI - P_B = UI - RI^2\,\frac{l}{3}$$

Pe de altă parte putem scrie:

$$W = (U - K\,\delta_B)\,I$$

De aici deducem:

$$U - K\delta_B = U - RI\frac{l}{3} = U - KRI\,\frac{l}{2}$$

sau

$$K = \frac{2}{3}$$

Deci

$$W = \left(U - \frac{2}{3} \delta_B \right) I$$

și

$$I = \frac{W}{U - \frac{2}{3} \delta_B} \tag{8}$$

Introducând valoare în (7) obținem:

$$\delta_B = \frac{W}{U - \frac{2}{3} \delta_B} R \frac{l}{2} \tag{9}$$

de unde deducem

$$\delta_B \left(U - \frac{2}{3} \delta_B \right) - W R \frac{l}{2} = 0$$

sau

$$\delta_B = \frac{3}{4} U \pm \sqrt{\left(\frac{3}{4} U \right)^2 - \frac{3}{2} W R \frac{l}{2}}$$

în această formulă am conservat factorul $\frac{l}{2}$ pentru motive pe care le vom vedea ulterior. Intrucât pentru $W = 0$ trebue să avem $\delta_B = 0$, înaintea radicalului convine numai semnul —.

Deci

$$\delta_B = \frac{3}{4} U - \sqrt{\left(\frac{3}{4} U \right)^2 - \frac{3}{2} W R \frac{l}{2}} \tag{10}$$

Această formulă este valabilă cu condiția

$$U \geqslant 2 \sqrt{\frac{W R l}{3}}$$

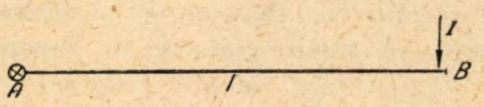


Fig. 2.

adică pentru căderi de tensiune de cel mult $\frac{3}{4} U$, ceea ce este suficient în practică, în care căderea de tensiune maximum admisibilă este de cel mult 30%.

SARCINI CONCENTRATE

Fie o sarcină punctuală situată la distanța l de barele uzinei și legată la aceasta printr'un conductor de rezistență R pe unitatea de lungime (fig. 2).

Dacă δ_B este căderea de tensiune până la punctul de aplicare a sarcinii, în acel punct tensiunea este $U - \delta_B$ și curentul va fi

$$I = \frac{W}{U - \delta_B}$$

Deci

$$\delta_B = \frac{W}{U - \delta_B} R l$$

sau

$$\delta_B = \frac{U}{2} \pm \sqrt{\frac{U^2}{4} - W R l}$$

Pentrucă la $W = 0$ trebue să avem și $\delta_B = 0$ obținem

$$\delta_B = \frac{U}{2} - \sqrt{\left(\frac{U}{2} \right)^2 - W R l} \tag{11}$$

cu condiția

$$U \geqslant 2 \sqrt{W R l}$$

adică până la tensiuni egale cu cel mult $\frac{U}{2}$, ceeace este suficient în practică pentru același motiv ca mai sus.

CAZUL GENERAL

Să presupunem că tronsonul este legat la bazele uzinei printr'o serie de conductori de lungimi și rezistențe ohmice diferite și printr'un cablu de lungime l_c și de rezistență R_c (fig. 3).

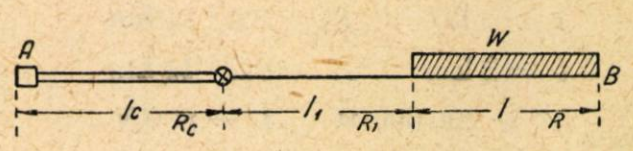


Fig. 3.

Dacă procedăm ca mai sus, adică punând condiția ca sarcina tronsonului să aibă aceeași valoare și în formula căderii de tensiune și în aceea a pierderii de putere, obținem:

Puterea furnizată de uzină fiind UI, puterea W a receptoarelor distribuite dealungul tronsonului va fi

$$W = UI - P_B = UI - \left(R_c l_c + \Sigma R_1 l_1 + R \frac{l}{3} \right) I^2$$

Pe de altă parte putem scrie

$$W = UI - K \delta_B I$$

în care

$$\delta_B = \left(R_c l_c + \Sigma R_1 l_1 + R \frac{l}{2} \right) I$$

De aici deducem:

$$K \left(R_c l_c + \Sigma R_1 l_1 + R \frac{l}{2} \right) = R_c l_c + \Sigma R_1 l_1 + R \frac{l}{3}$$

sau

$$K = \frac{R_c l_c + \Sigma R_1 l_1 + R \frac{l}{3}}{R_c l_c + \Sigma R_1 l_1 + R \frac{l}{2}}$$

Pentru ușurința calculului este bine să se reducă lungimile l_1 și l_c la rezistența firului de trolley a tronsonului de lungime l, a cărei sarcină este W. Obținem:

$$K = \frac{R\left(\frac{R_c}{R} l_c + \Sigma \frac{R_1}{R} l_1 + \frac{l}{3}\right)}{R\left(\frac{R_c}{R} l_c + \Sigma \frac{R_1}{R} l_1 + \frac{l}{2}\right)} = \frac{d}{a} \qquad (12)$$

și vom numi *d distanța electrică relativă la pierderea de putere* și *a distanța electrică relativă la pierderea de tensiune.*

Formula (9) de mai sus, generalizată, devine:

$$\delta_B = \frac{W}{U - K\,\delta_B} R\,a$$

de unde se deduce

$$\delta_B = \frac{U}{2K} - \sqrt{\left(\frac{U}{2K}\right)^2 - \frac{W\,Ra}{K}} \qquad (13)$$

care este valabilă cu condiția

$$U \geqslant 2\sqrt{K\,W\,Ra}$$

Exemple:

Ex. 1. Să presupunem că, în cazul fig. 3 avem:

$l_c = 1$ km $\quad R_c = 0{,}09\ \Omega$/km

$l_1 = 2$ km $\quad R_1 = 0{,}2\ \Omega$/km

$l = 2$ km $\quad R = 0{,}2\ \Omega$/km

$W = 200\,000$ W $\quad U = 800$ V

$$a = \frac{2}{2} + 2 \cdot \frac{0{,}2}{0{,}2} + 1 \cdot \frac{0{,}09}{0{,}2} = 3{,}45 \text{ km}$$

$$d = \frac{2}{3} + 2\,\frac{0{,}2}{0{,}2} + 1 \cdot \frac{0{,}09}{0{,}2} = 3{,}116 \text{ km}$$

$$K = \frac{d}{a} = \frac{3{,}116}{3{,}45} = 0{,}903$$

$$\delta_B = \frac{800}{2 \times 0{,}903} - \sqrt{\left(\frac{800}{2 \times 0{,}903}\right)^2 - \frac{200\,000 \times 0{,}2 \times 3{,}45}{0{,}903}}$$

$$\delta_B \cong 236{,}5 \text{ V}$$

$$K\,\delta_B = 236{,}5 \times 0{,}903 \cong 213{,}5 \text{ V}$$

$$U - K\,\delta_B = 800 - 213{,}5 \cong 586{,}5 \text{ V}$$

$$I = \frac{W}{U - K\,\delta_B} \cong \frac{200\,000}{586{,}5} \cong 341 \text{ A}$$

Verificare:

$$\delta_B = R\,a\,I \cong 341 \times 0{,}2 \times 3{,}45 \cong 236 \text{ V}$$

Ex. 2. Să presupunem că, în cazul fig. 4 avem:

$lc = 1$ km $\quad R_c = 0{,}08\ \Omega$/km

$l_1 = 1$ km $\quad R_1 = 0{,}2\ \Omega$/km

$l = 1$ km $\quad R = 0{,}2\ \Omega$/km

$W = 150\,000$ W $\quad U = 800$ V

$$a = 1 + 1 \cdot \frac{0{,}2}{0{,}2} + 1 \cdot \frac{0{,}08}{0{,}2} = 2{,}4 \text{ km}$$

$$\delta_B = \frac{800}{2} - \sqrt{\left(\frac{800}{2}\right)^2 - 150\,000 \times 0{,}2 \times 2{,}4} = 103 \text{ V}$$

$$I = \frac{W}{U - \delta_B} = \frac{150\,000}{697} = 215 \text{ A}$$

Verificare:

$$\delta_B = Ra\,I = 0{,}2 \times 2{,}4 \times 215 = 103 \text{ V}$$

Observație:

In formula (12) de mai sus, valabilă pentru cazul general, dacă facem $\Sigma l_1 = 0$ și $l_c = 0$ dăm peste cazul unui tronson alimentat prin una din extremitățile sale direct dela barele uzinei. Atunci $K = \frac{2}{3}$. Dacă avem cazul unei sarcini punctuale, cum este cazul din fig. 4, avem $d = a$ și $K = 1$.

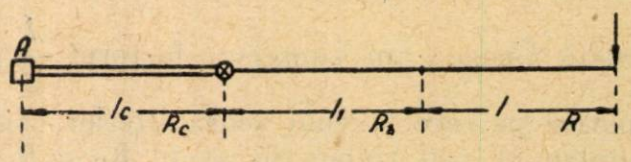


Fig. 4.

Prin urmare putem afirma că formula (13) este o formulă generală, care îmbrățișează toate cazurile posibile.

CAZUL UNEI INȘIRUIRI DE TRONSOANE

Fie o înșiruire de tronsoane; presupunem deocamdată două, rămânând să generalizăm pentru cazul unui număr de tronsoane oarecare (fig. 5) Ne propunem să aflăm căderile de tensiune în B

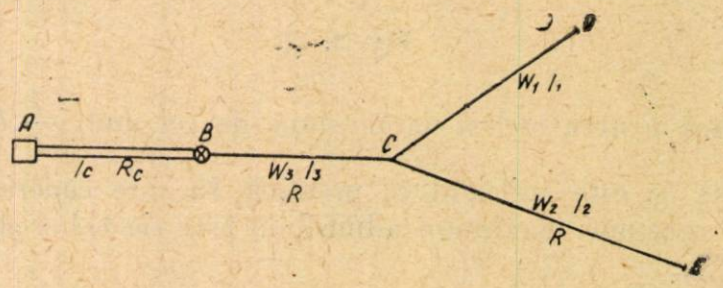


Fig. 5.

și D, dându-se sarcinile în waţi, caracteristicele electrice ale conductorilor tronsoanelor, precum și tensiunea dela barele uzinei, în A.

Observăm că, în D, căderea de tensiune totală se compune din:

—căderea de tensiune din B, care își conservă valoarea și în D, cădere de tensiune datorită sarcinei W_2.

—căderea de tensiune datorită sarcinei W_1.

In partea de jos a figurei este diagrama căderilor de tensiune.

In punctul D căderea totală de tensiune se compune din

$$\delta_1 = \frac{U}{2K_1} - \sqrt{\left(\frac{U}{2K_1}\right)^2 - \frac{W_1 Ra_1}{K_1}}$$

la care se adaogă căderea de tensiune datorită sarcinei W_2 redusă în raportul

$$\frac{l_2 + l_3 + l_c \frac{R_c}{R}}{a_1} = \frac{p_1}{a_1}$$

Deci vom avea

$$\delta_D = \delta_2 + \delta_1 \frac{p_1}{a_1} \qquad (14)$$

$$\delta_B = \delta_1 + \delta_2$$

Deci la extremitatea unei înșiruiri de tronsoane căderea totală de tensiune se compune din suma tuturor căderilor de tensiune elementare datorite diferitelor sarcini în serie.

Intr'un punct oarecare al înșiruirii de tronsoane căderea totală de tensiune se compune din:

—suma căderilor elementare de tensiune datorite sarcinilor care se află între acel punct și uzină, la care se adaugă

—suma căderilor de tensiune elementare datorite sarcinilor ce se află de partea opusă uzinei în raport cu acel punct, reduse în rapoartele

$$\frac{p_i}{a_i}$$

relative la fiecare sarcină în parte.

Pentru cazul căderii totale de tensiune dela extremitatea înșiruirii de tronsoane putem scrie

$$\delta = n \frac{U}{2K} - \left(\sum_1^n \sqrt{A_i}\right) \qquad (15)$$

în care

$$A_i = \sqrt{\left(\frac{U}{2K_i}\right) - \frac{W_i Ra_i}{K_i}}$$

expresie aferentă sarcini W_i. In formula (15) n reprezintă numărul de tronsoane în serie.

CAZUL RAMIFICAȚIILOR

Fie cazul din fig. 6.

Din cele arătate mai sus și notând cu p_c distanța electrică dela barele uzinei la punctul C, adică

$$p_c = l_3 + l_c \frac{R_c}{R}$$

căderea de tensiune totală din C va fi

$$\delta_c = \delta_3 + \delta_1 \frac{p_c}{a_1} + \delta_2 \frac{p_c}{a_2}$$

In mod analog, căderea de tensiune totală în D va fi

$$\delta_D = \delta_1 + \delta_3 + \delta_2 \frac{p_c}{a_2} \qquad (16)$$

iar E va fi

$$\delta_E = \delta_2 + \delta_3 + \delta_1 \frac{p_c}{a_1} \qquad (17)$$

In B vom avea:

$$\delta_B = \delta_1 \frac{p_B}{a_1} + \delta_2 \frac{p_B}{a_2} + \delta_3 \frac{p_B}{a_3} \qquad (18)$$

Dacă centrul de alimentare B ar mai alimenta și o altă configurație de tronsoane, la căderile de

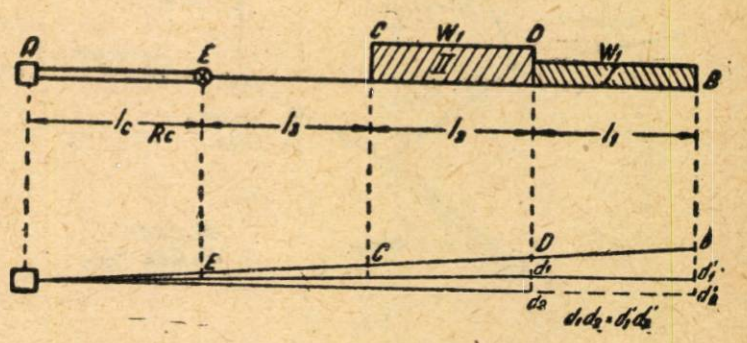


Fig. 6.

tensiune de mai sus s'ar mai adăuga și căderea de tensiune din B datorită acelei configurații de tronsoane.

OMOGENEITATEA FORMULELOR

Formula (13) se mai poate scrie

$$\sqrt{\text{volți}^2 = \text{wați} \times \text{ohmi}}$$

$$\text{Volți} = \text{volți} —$$

sau

$$\text{Volți}^2 = \text{wați} \times \text{ohmi} = \text{volți} \times \text{amperi} \times \text{ohmi}$$

sau

$$\text{Volți}^2 = \text{volți}^2$$

ceea ce arată omogeneitatea formulelor.

Exemplul I.

Fie în A uzina, cu o tensiune la bare de 800 V AB este cablul de alimentare a centrului B, care alimentează configurația de tronsoane din fig. 7.

Presupunem că firul de trolley este de aceeași dimensiune în toată configurația. Fie

$$R = 0{,}22\ \Omega/\text{km}$$

și presupunem că în această valoare este cuprinsă rezistența șinelor. Presupunem că în B este și extremitatea cablului de întoarcere a curentului.

Calculând cu aceste valori vom obține căderi de tensiune în raport cu tensiunea barei negative din uzină și curenții reali ai tronsoanelor. In punctele B, C... H ale rețelei se vor măsura căderi de tensiune mai mici decât cele calculate pentrucă potențialul șinelor în acele puncte este pozitiv față de bara negativă a uzinei și egal cu căderea de tensiune din calea de întoarcere a curentului din acele puncte până la bara negativă a uzinei.

Intr'o rețea de tramvaie șinele au o rezistență foarte mică față de firul de trolley și prescripțiunile pentru curenții vagabonzi nu permit o cădere de tensiune mai mare de circa 2 volți între

două puncte de alimentare oarecari ale reţelei de şini. De aceea rezistenţa şinelor se neglijază de obicei şi, chiar dacă se ţine seamă de dânsa, intervine cu puţin în valoarea căderilor de tensiune şi deci a intensităţilor aferente diferitelor tronsoane.

In cablul de întoarcere căderea de tensiune este apreciabilă şi de aceea se afirmă că măsurătorile din reţea se fac în raport cu centrele de întoarcere.

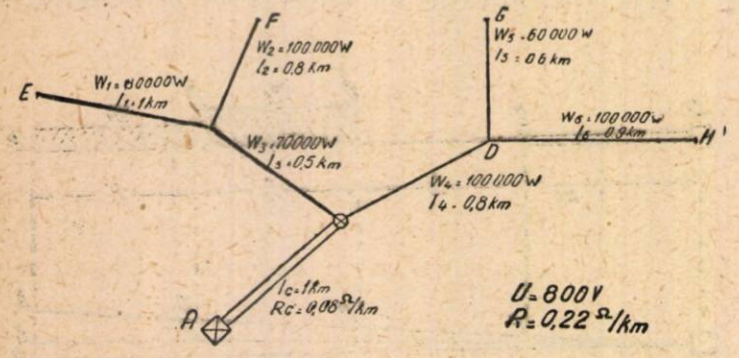


Fig. 7.

Pentru cazul din fig. 7 obţinem următoarele rezultate:

$$l_c \frac{R_c}{R} = 1 \cdot \frac{0{,}08}{0{,}22} = 0{,}354 \text{ km}$$

Tabela 1.

$a = \frac{l}{2} + \Sigma l_1 + l_c \frac{R_c}{R}$	$d = \frac{l}{3} + \Sigma l_1 + l_c \frac{R_c}{R}$	$K = \frac{d}{a}$
$a_1 = 1{,}664$ km	$d_1 = 1{,}497$ km	$K_1 = 0{,}90$
$a_2 = 1{,}564$ »	$d_2 = 1{,}431$ »	$K_2 = 0{,}914$
$a_3 = 0{,}764$ »	$d_3 = 0{,}631$ »	$K_2 = 0{,}826$
$a_4 = 0{,}764$ »	$d_4 = 0{,}631$ »	$K_2 = 0{,}826$
$a_5 = 1{,}464$ »	$d_5 = 1{,}364$ »	$K_2 = 0{,}932$
$a_6 = 1{,}614$ »	$d_6 = 1{,}464$ »	$K_2 = 0{,}9070$

Pentru fiecare tronson aplicăm formula (13)

$$\delta_i = \frac{U}{2K_i} - \sqrt{\left(\frac{U}{2K_i}\right)^2 - \frac{W_i R a_i}{K_i}}$$

şi obţinem datele arătate în tabela 2.

Se constată că, dacă am întrebuinţa metoda clasică, ar trebui să calculăm curenţii cu ajutorul tensiunei medii arbitrare, care este de 750 volţi în cazul nostru. Ori media tensiunilor este de 771,15 volţi. Diferenţa este destul de mare.

Calculul căderilor de tensiune totale la extremităţile configuraţiei se face cu ajutorul formulelor de genul (16), (17) şi (18) de mai sus. Observăm că în valoarea totală a căderilor de tensiune din punctele E şi F intră şi căderea de tensiune din punctul B datorită configuraţiei de tronsoane $B\,D\,G\,H$ şi în valoarea căderilor de tensiune din punctele G şi H intră şi căderea de tensiune din acelaşi punct, datorită configuraţiei $B\,C\,E\,F$.

1. *Căderea de tensiune din* B *datorită configuraţiei* B D G H.

$$\delta_{1B} = \delta_4 \frac{0{,}364}{0{,}764} + \delta_5 \frac{0{,}364}{1{,}464} + \delta_6 \frac{0{,}364}{1{,}614} = 27{,}5 \text{ V}$$

2. *Căderea de tensiune din* B *datorită configuraţiei* B C E F:

$$\delta_{2B} = \delta_1 \frac{0{,}364}{1{,}664} + \delta_2 \frac{0{,}364}{1{,}564} + \delta_3 \frac{0{,}364}{0\ 764} = 26{,}5 \text{ V}$$

$$\delta_E = \delta_1 + \delta_3 + \delta_2 \frac{1{,}164}{1{,}564} + \delta_{1B} = 115{,}70 \text{ V}$$

$$\delta_F = \delta_2 + \delta_3 + \delta_1 \frac{1{,}164}{1{,}664} + \delta_{1B} = 115{,}90 \text{ V}$$

$$\delta_G = \delta_4 + \delta_5 + \delta_6 \frac{1{,}164}{1{,}614} + \delta_{2B} = 107{,}30 \text{ V}$$

$$\delta_H = \delta_4 + \delta_6 + \delta_5 \frac{1{,}164}{1{,}464} + \delta_{2B} = 191{,}0 \text{ V}$$

Exemplul 2.

Fie cazul din fig. 8; cablele de alimentare sunt în serie cu firul de trolley şi cu şinile ca şi în cazul precedent. Firele de trolley sunt de aceeaşi secţiune la toate tronsoanele. $U = 800$ V.

$$l_c \frac{R_c}{R} = 1{,}5 \frac{0{,}08}{0{,}2} = 0{,}6 \text{ km}$$

$a_1 = 2{,}6$ km $\quad a_2 = 3{,}1$ km $\quad a^3 = 5{,}1$ km $\quad a_u = 5{,}1$ km

Tabela 2

Calcule pentru intensităţile aferente tronsoanelor centrului de alimentare

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Nr. tronsonului	K_i	$\frac{U}{2K_i} = B_i$	$\left(\frac{U}{2K_i}\right)^2 = B^2$	a_i	W_i	$W_i R \frac{a_i}{K_i} = A_i$	$B_i^2 - A_i = C_i$	$\sqrt{C_i}$	$\delta_i = B_i - \sqrt{C_i}$	$K_i \delta_i$	$U - K_i \delta_i$	$= \frac{W_i}{U - K_i \delta_i}$
I	0,900	444,5	197 500	1,664	80 000	32 540	164.960	406,0	38,5	34,65	765,35	104,5
II	0,914	437,5	191 500	1,564	100 000	37 650	153.850	392,0	45,5	41,60	758,4	131,8
III	0,826	484,0	234 000	0,764	70 000	14 250	219.750	468,6	15,4	12,71	787,29	88,93
IV	0,826	484,0	234 000	0,764	100 000	20 350	213.650	462,0	22,0	18,17	781,83	128,0
V	0,932	429,5	184 500	1,464	60 000	20 740	163.760	404,5	25,0	23,3	776,70	77,25
VI	0,907	441,0	194 500	1,614	100 000	39 130	155.370	394,0	47,0	42,6	757,40	132,0
											$U_m =$ 771,15	$\Sigma I_i =$ 662,48

Obținem:

$$a_i = d_i = 1$$

$\delta_1 = 34$ V $\quad I_1 = 65{,}3$ A

$\delta_2 = 49$ V $\quad I_2 = 80{,}0$ A

$\delta_3 = 55$ V $\quad I_3 = 53{,}75$ A

$\delta_4 = 79$ V $\quad I_4 = 76{,}3$ A

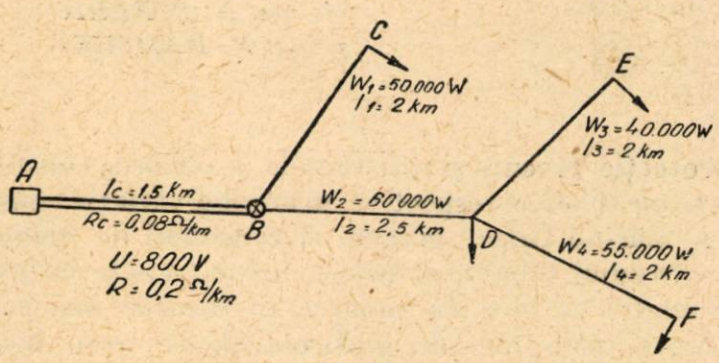


Fig. 8.

$$\delta_{B1} = \delta_1 \frac{0{,}6}{2{,}6} = 7{,}85 \text{ V}$$

$$\delta_{B2} = \delta_2 \frac{0{,}6}{3{,}1} + \delta_3 \frac{0{,}6}{3{,}1} + \delta_4 \frac{0{,}6}{4{,}1} = 25{,}24 \text{ V}$$

$$\delta_C = \delta_1 + \delta_{B2} \cong 59{,}24 \text{ V}$$

$$\delta_E = \delta_{B1} + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 \frac{3{,}1}{5{,}1} \cong 159{,}85 \text{ V}$$

$$\delta_F = \delta_{B1} + \delta_2 + \delta_4 + \delta_3 \frac{3{,}1}{5{,}1} \cong 169{,}25 \text{ V}$$

CONCLUZII

Metoda clasică a calculului intensităţilor aferente diferitelor tronsoane cu ajutorul unei tensiuni medii nu poate da rezultate exacte decât în măsura în care s'a putut stabili valoarea acestei tensiuni și rezultatele nu pot fi valabile decât pentru totalul intensităţii aferente uzinei.

In ceeace privește intensităţile aferente diferitelor tronsoare, întrebuinţarea tensiunei medii arbitrare dă rezultate prea mari pentru tronsoanele apropiate de uzină și prea mici pentru tronsoanele mai depărtate, bine înţeles faţă de valorile adevărate.

Metoda de faţă permite aflarea intensităţilor exacte, aproximaţia depinzând de aceea cu care s'au putut stabili sarcinile în waţi aferente fiecărui tronson în parte.

★

ВКЛАДЫ В ДЕЛО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СЕТЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГИ.

Резюме

Данными, которыми располагают для производства расчета сетей электрической тяги, являются: вес подвижного состава, количество его, скорости и удельная мощность. Каковы бы не были методы определения удельной мощности, будь это при помощи формул, установленных разными авторами, какова бы не была их сложность, будь то путем измерений, все же доходят до установления нагрузок в ваттах, присущих разным участкам, составляющим цепь.

Для определения соответствующей силы тока, все труды предполагают среднее напряжение сети или ее участка; этот способ является точным лишь для определения всего навсего напряжения подстанции, питающей сеть и лишь в той степени, в которой избранное среднее напряжение приближается к среднему фактическому напряжению. Однако, ни в коем случае результаты не соответствуют токам, присущим каждому участку в отдельности.

В настоящей статье устанавливается метод точного расчета силы токов, с приведением примеров по определению длины участков или же максимальных нагрузок в ваттах, для данных падений напряжения.

Art. 5. «Pentru asigurarea nevoilor crescânde de energie electrică ale economiei noastre naţionale în desvoltare, puterea electrică instalată în anul 1955 va fi de peste 1700000 kW, din care 290000 kW în centrale hidroelectrice».

(din Legea pentru Planul Cincinal)

CONTRIBUŢII LA STUDIUL DINAMICEI MECANISMELOR ANTRENATE DE ELECTROMOTOR

de ing. N. ŞONERIU
şi ing. D. DAMSKER

I. — GENERALITĂŢI

Niciodată tehnicienii noştri nu au fost solicitaţi în aceeaşi măsură ca acum, să conceapă, să proiecteze şi să realizeze cele mai complicate maşini, utilaje şi mecanisme. Construcţia acestora este legată de proiectarea acţionării electrice. In acest domeniu, ţara noastră era tributară străinătăţii. Planul Cincinal şi Planul de electrificare a ţării cere să rezolvăm şi această problemă cu forţele noastre proprii.

In acest spirit, conduşi de practica zilnică a proiectării acţionărilor electrice, am reuşit să găsim o metodă nouă de calcul pentru dinamica mecanismelor antrenate de electromotor, în cazul când cuplul static variază cu cursa parcursă (cazul cel mai general). Metoda de calcul se expune în paragrafele care urmează.

Mecanismele a căror mişcare prezintă perioade foarte însemnate caracterizate prin viteze variabile cu timpul, necesită un studiu detailat şi cât mai apropiat de realitatea dinamicei sistemului din care sunt constituite.

Astfel de mecanisme sunt foarte numeroase. De exemplu: mecanismele de prelucrat metalele prin deformare, mecanismele auxiliare ale laminoarelor şi furnalelor, trolii de tot felul, poduri rulante, elevatoare miniere, maşini unelte cu mase mobile, mari, etc. In toate cazurile de mai sus, perioadele în care acceleraţia este diferită de zero, determină duratele de funcţionare, solicitările de tot felul, atât mecanice cât şi electrice (în cazul antrenării cu electromotoare), consumul de putere şi energie, precum şi alte fenomene a căror importanţă variază dela caz la caz. Proiectarea unor astfel de mecanisme nu poate fi dusă la bun sfârşit fără cunoaşterea dinamicei în perioadele de tranziţie. Pe inginerul constructor îl interesează vârfurile de putere pentru calculul rezistenţei, duratele şi vitezele pentru stabilirea angrenajelor, acceleraţiile pentru verificarea acestor angrenaje. Pe inginerul tehnolog îl interesează productivitatea maşinei respective, care rezultă numai din cunoaşterea amănunţită a funcţionării în toate perioadele, respectarea anumitor condiţii impuse de calitatea produselor finite, concertarea mecanismelor care intră în joc pentru a duce la un anumit rezultat final. Pe inginerul electrician îl interesează dinamica pentru a cunoaşte solicitările la care este supus electromotorul atât în ceea ce priveşte cuplul cât şi încălzirea, pentru a putea întocmi schema electrică şi pentru a putea proiecta aparatele de comandă, control şi protecţie precum şi rezistenţele şi releurile constitutive ale schemei respective, urmărind variaţia anumitor mărimi fizice, precum şi consumul de energie.

Studiul dinamicei sistemelor antrenate cu electromotor se face, în general, în cazurile mai complicate, prin metode grafico-analitice prin încercări şi aproximaţii succesive. Se împarte durata de funcţionare în porţiuni cât mai mici astfel că pentru o anumită porţiune, unele mărimi fizice pot fi considerate constante, reducându-se la cazuri simple ale căror ecuaţii analitice sunt cunoscute. Intr'o primă aproximaţie, pentru durata de timp foarte scurtă, se poate considera momentul de inerţie total al sistemului ca fiind constant şi egal cu valoarea medie pentru domeniul respectiv. In acelaşi fel se procedează şi cu cuplurile motor şi static (mecanic). Rezultă că acceleraţia la rândul ei este o constantă, deci viteza va fi o dreaptă înclinată, iar cursa o parabolă. Este cazul mişcării uniforme accelerate sau întârziate. Această metodă necesită împărţirea duratei de funcţionare într'un număr foarte mare de domenii, pentru care se repetă calculele, iar rezultatele sunt valabile numai pentru anumite cazuri unde nu se cere multă precizie.

Un sistem mai precis de calcul constă în a se reduce studiul pentru un domeniu restrâns al cazului general la următoarea situaţie: momentul de inerţie total se consideră constant, cuplul motor variază liniar cu viteza (caracteristica shunt) iar cuplul static (efortul mecanic la care trebue să se facă faţă) se ia egal cu valoarea finală pentru acel domeniu. Acest caz poate fi tratat analitic şi rezultă că acceleraţia, viteza, cursa şi cuplul motor, variază în timp după nişte exponenţiale, relaţiile corespunzătoare fiind cunoscute. Despre acest caz ne am ocupat, pe scurt, într'o lucrare ce se află în biblioteca Institutului de Proiectări Industriale şi se va reveni asupra lui în capitolele care urmează (a se urmări şi bibliografia).

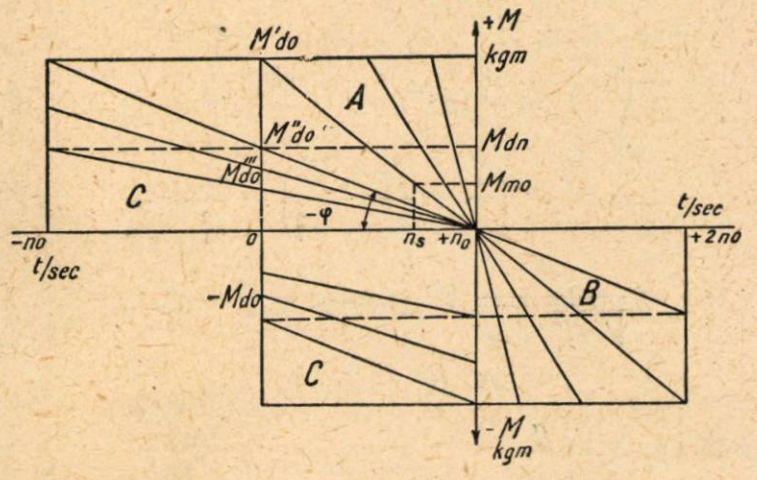
Dar şi cu acest procedeu este nevoie a se face calcule numeroase, repetate la domenii foarte restrânse şi ducând la erori, care în anumite cazuri pot fi inadmisibile.

Se va expune acum, metoda nouă ce a fost găsită şi utilizată de noi cu rezultate bune, în tratarea cazului general. Această metodă analitică necesită împărţirea într'un număr restrâns de domenii şi duce la rezultate mai precise.

Problemele de dinamică a mecanismelor, pe care ni le-au pus proiectările de antrenări electromotrice, ne-au condus la stabilirea acestei metode de calcul mai riguroasă şi mai expeditivă.

II. — STUDIUL DINAMICEI MECANISMELOR A CĂROR CUPLURI STATICE SUNT PROPORȚIONALE CU CURSA EFECTUATĂ

In primul rând precizăm că ne vom ocupa numai de antrenarea cu electromotor și anume de caracteristica shunt. Pentru concretizare vom considera electromotorul trifazic, cu rotor bobinat, având o rezistență fixă în circuitul rotoric, la care corespunde o anumită caracteristică electromecanică. Această caracteristică (curba reprezentativă a variației cuplurilor în funcție de viteză) este o dreaptă, în porțiunea utilizată în practică, trecând prin punctul ($M_d = 0$ $n = n_0$) și având panta tg φ (vezi fig.).



M_d reprezintă cuplul motorului în kgm, n este viteza electromotorului în rotații pe secundă, iar n_0 este rotația sincronă. Panta (tg φ) este totdeauna negativă și depinde de rezistența introdusă în circuitul rotoric. Dacă se presupune tensiunea de alimentare constantă și egală cu valoarea nominală, la fel și frecvența, singura variație a cuplului motor este cea expusă mai sus.

Cuplul static însumează efortul util, efortul necesar înfrângerii frecărilor, ridicării greutăților, contragreutăților precum și a pieselor constitutive și îl considerăm totdeauna redus la arborele motorului electric.

Cuplul static poate fi constant sau poate să varieze în funcție de una sau mai multe mărimi fizice. In cazul mașinilor de ridicat și a mecanismelor auxiliare de tot felul (trolii, elevatoare, mese basculante, paturi de răcire, transbordoare, transportoare, etc.) cuplul static are o variație ce poate fi exprimată în funcție de cursa executată de unul din elementele constitutive ale sistemului (exemplu: în funcție de poziția unui cablu sau a unui tambur, sau a unei manivele). Deoarece mișcarea tuturor elementelor constitutive se face conform unor angrenări cunoscute date de construcția mecanismului, rezultă că putem avea diagrame de variație a cuplului static în funcție de cursa s executată de electromotor, exprimată în rotații. Să notăm cuplul static cu M_m (mkg).

Diagrama, reprezentând relația $M_m = f(s)$, se prezintă foarte adesea sub forma unor frânturi de dreaptă de înclinație oarecare, sau sub forma unor curbe, care pe porțiuni mici pot fi asimilate cu drepte. In rândurile care urmează, vom considera că relația $M_m = f(s)$ este o dreaptă cunoscută și limitată între două puncte date. Putem totdeauna să ne aranjăm astfel încât să considerăm că mișcarea începe din unul din aceste puncte la care corespunde $s = o$, $n = n_i$, $M_m = M_{m0}$. In plus trebue să precizăm că se presupune lipsa oricărei legături între cuplul static și altă mărime fizică, care ar produce discontinuități.

Inainte de a trece la formularea matematică a cazului studiat trebue să spunem câteva cuvinte despre momentul de impuls (GD^2). In majoritatea cazurilor întâlnite în practică, momentul de impuls este constant. Dar și în cazurile în care acesta este variabil cu poziția relativă a pieselor componente ale mecanismului (exemplu: dispozitive bielă-manivelă, roți excentrice, etc.), piesele care aduc variabilitatea au mișcări lente în raport cu mișcarea arborelui motor. Din această cauză, variația momentului de impuls redusă la arborele motor reprezintă o fracțiune neînsemnată în raport cu GD^2 total.

Pentru domeniul de cercetare, care este în general limitat, fie de menținerea aceleiași rezistențe rotorice, fie de aceeași frântură de dreaptă, reprezentând cuplul static, se poate admite o valoare medie constantă, urmând ca pentru fiecare domeniu de cercetare să se ia altă valoare medie, atunci când este cazul.

In condițiile preliminare de mai sus, putem scrie următoarele relații:

$$M_d + M_m = \frac{GD^2}{6{,}25} \cdot \frac{dn}{dt} \qquad (1)$$

M_d și M_m exprimate în kgm, GD^2 în kgm^2, n în rotații pe secundă și t în secunde. Membrul întâi reprezintă o însumare algebrică, fiecare termen având semnul plus sau minus după cum tinde să crească sau să micșoreze viteza.

$$M_d = n \operatorname{tg} \varphi + M_{d0} \qquad (2)$$

$$M_m = s \operatorname{tg} \psi + M_{m0} \qquad (3)$$

$$n = \frac{ds}{dt} \qquad (4)$$

Notăm $GD^2/6{,}25 = C$.

Derivăm în raport cu timpul relațiile (1), (2) și (3):

$$\frac{dM_d}{dt} + \frac{dM_m}{dt} = C \frac{d^2n}{dt^2} \qquad (5)$$

$$\frac{dM'_d}{dt} = \frac{dn}{dt} \operatorname{tg} \varphi \qquad (6)$$

$$\frac{dM_m}{dt} = n \operatorname{tg} \psi \qquad (7)$$

Inlocuim în (5) și obținem ec. dif. a mișcării pentru intervalul ales:

$$\frac{dn^2}{dt^2} - \frac{\operatorname{tg} \varphi}{C} \frac{dn}{dt} - \frac{\operatorname{tg} \psi}{C} n = 0 \qquad (8)$$

Ecuația caracteristică a ei este:

$$Cr^2 - r \operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \psi = 0 \qquad (9)$$

Soluția generală poate avea una din următoarele forme, depinzând de felul rădăcinilor lui (9):

I. Rădăcinile reale și diferite, ($D > 0$. Notăm cu D realizantul ecuației caracteristice).

$$n = Ae^{r_1 t} + Ee^{r_2 t} \qquad (10)$$

unde A și B sunt constante de integrare.

II. Rădăcinile reale și egale: ($D = 0$).

$$n = (G + Ht)\, e^{r_1 t} \text{ unde } r_1 = \frac{\operatorname{tg}\varphi}{2c} \qquad (11)$$

III. Rădăcinile complexe ($D < 0$)

$$r_1 = p + q^i \qquad r_2 = p - q^i$$

unde

$$r_{1,2} = \frac{\operatorname{tg}\varphi \pm \sqrt{\operatorname{tg}^2\varphi - 4C \operatorname{tg}\psi}}{2C}$$

și

$$p = \frac{\operatorname{tg}\varphi}{2C}$$

$$q = \sqrt{-\left[\left(\frac{\varphi}{2c}\right) + \frac{\operatorname{tg}\psi}{c}\right]}$$

$$n = Fe^{pt} \cdot \sin(q^t + Q) \qquad (12)$$

unde P și Q sunt constante de integrare.

Toate cazurile de mai sus își găsesc interpretarea fizică și exemple practice.

Să determinăm constantele de integrare pentru cazul I.

In timpul $t = 0$, avem $n = n_i$ și din (10) rezultă:

$$n_i = A + B \qquad (13)$$

$$\frac{dn}{dt} = r_1 Ae^{r_1 t} + r_2 Be^{r_2 t} \qquad (14)$$

unde a este accelerația.

Inlocuind în ecuația (1) valorile inițiale pentru $t = 0$, se obține:

$n_i \operatorname{tg}\varphi + M_{mo} + M_{do} = Cr_1 A + Cr_2 B$. Din (14) (15)

și (15) se deduce:

$$A = \frac{M_{mo} + M_{do} + n_i r_1 C}{+\sqrt{D}} \qquad (16)$$

$$B = \frac{M_{do} - M_{mo} - n_i r_2 C}{+\sqrt{D}}$$

S'a notat cu $D = \operatorname{tg}^2\varphi + 4C \operatorname{tg}\psi$ realizantul ecuației caracteristice.

Constantele de integrare pentru cazul II:

$$a = e^{r_1 t} (H + Gr_1 + Hr_1 t) \qquad (14')$$

$$G = n_i \text{ și } H = \frac{2M_{mo} + 2M_{do} + n_i \operatorname{tg}\varphi}{2C} \qquad (16')$$

Constantele de integrare pentru cazul III:

$$n_i = P \sin Q$$

$$a = \frac{dn}{dt} = Pe^{pt} [p \sin(qt + Q) + q \cos(qt + Q)] =$$

$$= Pe^{pt} \sqrt{p^2 + q^2} \cdot \sin(qt + Q + R_1) \qquad (14'')$$

unde $\operatorname{tg} R_1 = q/p$

Accelerația pentru $t = 0$ este:

$$a_i = P(p \sin Q + q \cos Q)$$

Fie M_i suma algebrică a cuplurilor la $t = 0$, adică:

$$M_i = n_i \operatorname{tg}\varphi + M_{do} + M_{mo} = M_{di} + M_{mo} \qquad (15''$$

atunci

$$\operatorname{tg} Q = \frac{n_i \sqrt{-D}}{2M_i - n_i \operatorname{tg}\varphi} = \frac{n_i \sqrt{-D}}{2M_{mo} + 2M_{do} + n_i \operatorname{tg}\varphi} \qquad (16'')$$

Ecuațiile vitezei sunt definite pentru toate cazurile. Accelerația este formulată prin expresiile 14, 14' și 14''. Urmează să exprimăm ecuațiile cursei, care se află prin integrarea ecuațiilor vitezei dela timpul $t = 0$ la timpul t.

Pentru cazul I:

$$s = \int_0^t n\,dt = \frac{A}{r_1}(e^{r_1 t} - 1) + \frac{B}{r_2}(e^{r_2 t} - 1) \qquad (17)$$

$$s = e^{r_1 t}\left(\frac{G}{r_1} + \frac{Ht}{r_1} - \frac{H}{r_1^2}\right) + \frac{H}{r_1^2} - \frac{G}{r_1} \qquad (17')$$

$$s = \frac{P}{\sqrt{p^2 + q^2}} e^{pt} [\sin(qt + Q - R_1) - \sin(Q - R_1)] \qquad (17'')$$

unde $\operatorname{tg} R_1 = \frac{q}{p}$

Pentru verificarea încălzirii electromotorului este nevoie de variația cuplului motor în funcție de timp, ceea ce se obține imediat, înlocuind pe (10) în (2).

De multe ori este nevoie a avea o relație directă între n și s. A elimina parametrul t din (10) și (17) nu este ușor. Se poate proceda altfel:

Notăm $M_0 = M_{d0} + M_{m0}$ (însumare algebrică). Atunci ecuația (1), ținând seama de ecuația (4), se mai poate scrie:

$$n \operatorname{tg}\varphi + s \operatorname{tg}\psi + M_0 = C\frac{d^2 s}{dt^2} \qquad (18)$$

însă:

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = n\frac{dn}{ds}$$

Notăm:

$$M_0 + s \operatorname{tg}\psi = x \text{ și } n/x + z. \qquad (19)$$

Ecuația (18) devine:

$$(x + n \operatorname{tg}\varphi)\, dx = (\operatorname{tg}\psi)\, Cn\, dn. \qquad (20)$$

Făcând înlocuirile, ecuația (20) devine:

$$(1 + z \operatorname{tg}\varphi - z^2 C \operatorname{tg}\psi)\, dx = C(\operatorname{tg}\psi)\, z\, x\, dz. \qquad (21)$$

Separând variabilele și integrând avem:

$$\int \frac{dx}{x} - \int \frac{C(\operatorname{tg}\psi) z\, dz}{(1 + z \operatorname{tg}\varphi - z C \operatorname{tg}\psi)} = W \qquad (22)$$

unde W este constantă de integrare. Relația (22) devine:

$$l_n x + \frac{1}{2} l_n (1 + z \operatorname{tg}\varphi - z^2 C \operatorname{tg}\psi) - \frac{\operatorname{tg}\varphi}{2} \int \frac{dz}{(1 + z \operatorname{tg}\varphi - z C \operatorname{tg}\psi)} = W \qquad (23)$$

Integrala din expresia (23) depinde de același realizant (D) de mai sus. Deci, avem și aici trei forme ale relației (23) corespunzând respectiv cazurilor I, II și III de mai sus.

I. $D < 0$.

$$l_n x + \frac{1}{2} l_n (1 + z \operatorname{tg}\varphi - z^2 C \operatorname{tg}\psi) - \frac{\operatorname{tg}\varphi}{2\sqrt{D}} l_n \left\{ \pm \frac{\sqrt{D} - \frac{\operatorname{tg}\psi}{2} + C(\operatorname{tg}\psi) z}{\sqrt{D} + \frac{\operatorname{tg}\varphi}{2} - C(\operatorname{tg}\psi) z} \right\} = W_1 \quad (24)$$

II. $D = 0$.

$$l_n x + \frac{1}{2} l_n (1 + t \operatorname{tg}\varphi - z^2 C \operatorname{tg}\psi) + \frac{\operatorname{tg}\varphi}{\operatorname{tg}\varphi - 2C(\operatorname{tg}\psi) z} = W2 \quad (25)$$

III. $D > 0$.

$$l_n x + \frac{1}{2} l_n (1 + z \operatorname{tg}\varphi - z^2 C \operatorname{tg}\psi) - \frac{\operatorname{tg}\varphi}{2\sqrt{D}} \operatorname{arc\,tg} \frac{\frac{\operatorname{tg}\varphi}{2} - C(\operatorname{tg}\psi) z}{\sqrt{D}} = W_3 \quad (26)$$

Constantele W_1; W_2; W_3 trebue determinate din condițiile inițiale, ceea ce revine a înlocui în (24), (25) și (26) $x = M_0$ și $z = n_i/M_0$.

Ecuațiile (24), (25) și (26) dau legătura între cuplul static și viteză, dacă se înlocuește $x = M_m + M_{d0}$ sau între spații și viteză dacă se introduc relațiile (19).

De multe ori se pune problema de a afla în cât timp se parcurge un spațiu determinat. Aceasta înseamnă a rezolva o ecuație (17) în raport cu timpul sau a introduce în ecuațiile (24), (25) și (26) relația (4) și a integra din nou. Pentru cazul general problema analitică este complicată, dar în cazuri particulare se rezolvă ușor, precum se va învedea mai jos.

Vom examina câteva cazuri particulare interesante, urmând ca într'un articol viitor să desvoltăm discuția cazului general.

III. — CAZURI PARTICULARE

a) Se presupune că atât cuplul static cât și cuplul motor sunt constante. Mișcarea devine uniform accelerată. In adevăr se obține:

$$\operatorname{tg}\varphi = 0 \quad \operatorname{tg}\psi = 0 \quad r_1 = r_2 = 0 \quad M_m = M_{m0}$$
$$\text{și } M_d = M_{d0} \; M_0 = M_{m0} + M_{d0}.$$

Ecuația (11), devine:

$$n = G + Ht = n_i + \frac{M_0}{C} t \quad s = n_i t + \frac{1}{2} \frac{M_0 t^2}{C} + s_0$$

b) Fie cuplul static constant, restul rămâne neschimbat.

Despre acest caz a fost vorba și în paragraful I, de mai sus. Avem $\operatorname{tg}\psi = 0$; $r_1 = \operatorname{tg}\varphi/c$; $r_2 = 0$. Deoarece $D > 0$ suntem în cazul formulei (10):

Pentru a concretiza, se ia $M_m = -M_{w0}$, deci cuplul static rezistent. Atunci, înlocuind în (16) avem:

$$B = \frac{M_{m0} - M_{d0}}{\operatorname{tg}\varphi} = \frac{n_0 (M_{d0} - M_{m0})}{M_{d0}} \quad (27)$$

s'a înlocuit $\operatorname{tg}\varphi = -\frac{M_{d0}}{n_0}$ (v. fig. 1).

Dacă notăm cu n_s viteza de regim care corespunde cuplului static M_{m0} (în acest caz se poate vorbi de un regim stabil, deoarece după perioada de tranziție, cuplul motor echilibrează cuplul static și practic accelerația este nulă, viteza este constantă), atunci se observă că $B = n_s$ iar $A = n_i - n_s$. Exponentul

$$r_1 = -\frac{M_{d0}}{n_0} - \frac{6{,}25}{GD^2} = \frac{1}{\frac{GD^2}{6{,}25} \frac{n_0}{M_n} g_n} = -\frac{1}{T}.$$

S'a notat cuplul motor nominal cu M_n, glismentul corespunzător cuplului nominal, pentru caracteristica corespunzătoare rezistenții din rotor cu g_n, iar T constanta de timp (dimensiuni: timp, unitatea: secunde). Atunci ecuația (10) devine:

$$n = n_s \left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) + n_i e^{-\frac{t}{T}}. \quad (28)$$

Am ajuns astfel la ecuația cunoscută a vitezei pentru acest caz.

La fel ecuațiile cuplului motor M_d, ale accelerației a se obțin aceleași, fie direct prin integrarea lui (1) și ținând seama că $M_m = \text{const}$, fie prin particularizarea cazului general.

Astfel din (14) se obține:

$$a = \frac{n_s - n_i}{T} e^{-\frac{t}{T}}$$

Deasemenea din (2), (10), (27) se obține:

$$M_d = (n_i - n_s)(\operatorname{tg}\varphi)\, e^{-t/T} + M_{mo} \text{ și}$$

deoarece $(n_i - n_s) \operatorname{tg}\varphi = M_i - M_m$ (unde M_i este cuplul motor pentru viteza inițială) (fig. 1) se poate scrie:

$$M_d = (M_i - M_{mo})\, e^{-t/T} + M_{mo} \quad (29)$$

Formula spațiului parcurs a se poate obține din integrarea lui (28) sau din (17), înlocuind condițiile acestui caz particular și notând:

$$\frac{e^{r_2 t} - 1}{r_2} = t \text{ pentru } r_2 = 0$$

$$s = T (n_i - n_s)(1 - e^{-t/T}) + n_s t \quad (30)$$

Aici se poate vorbi de un regim tranzitoriu, deoarece cuplul static este invariabil și viteza trece dela valoarea inițială la cea corespunzătoare cuplului static. Regimul tranzitoriu poate interveni la pornire, frânare sau o variație bruscă a cuplului static.

Dacă însă cuplul static este variabil cu cursa parcursă, atunci nu mai poate fi vorba de regim tranzitoriu, regimul de funcţionare este mereu variabil.

De aceea în aceste cazuri stabilirea cinematicei şi dinamicei mecanismului este obligatorie.

c) Un alt caz particular foarte interesant este acela în care cuplul motor este constant sau lipseşte cu totul. (Electromotorul este decuplat dela reţea şi sistemul se mişcă sub influenţa cuplului static şi a inerţiei, cuplul static cuprinde şi frecările). Ecuaţiile cinematice ale acestui caz pot fi obţinute fie direct, fie din reducerea cazului general Avem: $\operatorname{tg}\psi > 0$.

$$M_d = \text{const} = M_{do} \operatorname{tg}\varphi = 0 \qquad M_{mo} + M_{mdo} = M_0 = M_i$$

$$r_{1,2} = \pm\sqrt{\frac{\operatorname{tg}}{C}} = \pm r \tag{31}$$

$$A = \frac{n_i rC + M_0}{2\,Cr} \qquad B = \frac{n_i rC - M_a}{2Cr}$$

Ecuaţiile cinematice sunt pentru acest caz:

$$\begin{cases} n = Ae^{rt} + Be^{-rt} \\ a = r\,(Ae^{rt} - Be^{-rt}) \\ s = \dfrac{B}{r}(1 - e^{-rt}) - \dfrac{A}{r}(1 - e^{+rt}) \end{cases} \tag{32}$$

Relaţia directă dintre viteză şi spaţiu este cu mult mai simplă decât (24).

$$n = \sqrt{\frac{2\,M_0 s + s^2 \operatorname{tg}\psi + Cn_i^2}{C}} \tag{33}$$

Mai mult, se pot obţine valorile timpului explicite în raport cu viteza, ceeace este adesea foarte util. Se poate proceda fie prin integrarea lui (33) în care se înlocueşte n cu ds/dt, fie în felul următor:

Din prima ecuaţie (32) se obţine:

$$Ae^{2rt} - ne^{rt} + B = 0. \text{ De unde:} \tag{34}$$

$$t = \frac{1}{7} l_n \frac{n + \sqrt{n^2 - 4\,AB}}{2\,A} \tag{35}$$

Numai una din soluţiile ecuaţiei (34) este valabilă.

Prin integrarea ecuaţiei (33) se obţine:

$$t = \frac{1}{r} l_n \frac{M_t + nCr}{M_0 + n_i Cr} \tag{36}$$

unde s'a notat cu M_t suma algebrică a cuplurilor la timpul t:

$$M_t = M_0 + s \operatorname{tg}\psi.$$

Se vede uşor că (35) şi (36) sunt identice, dacă se ţine seama de:

$$n^2 - 4\,AB = \frac{Q^2}{r^2} = \frac{M_t^2}{C^2\,r^2} \tag{37}$$

Egalitatea (37) reprezintă relaţia între n şi s, scrisă sub o formă diferită.

Dacă $\operatorname{tg}\psi = 0$, revenim la cazul *a* din acest paragraf.

Dacă $\operatorname{tg}\psi < 0$, relaţiile cazului general III se reduc la:

$$\begin{aligned} n &= P \sin(qt + Q) \\ a &= Pq \cos(qt + Q) \\ s &= \frac{P}{q}[\cos Q - \cos(qt + Q)] \end{aligned} \tag{38}$$

$$\text{unde } q = \sqrt{\frac{\operatorname{tg}\psi}{C}}\, P = \frac{n_i}{\sin Q} \text{ şi } \operatorname{tg} Q = \frac{Cq\,N_i}{M_0}$$

Relaţia (33) se menţine, iar timpul în funcţie de viteză se exprimă imediat din prima relaţie (39):

$$t = \frac{l}{q}\left(\text{arc sin}\frac{n}{P} - \text{arc tg}\frac{Cq\,n_i}{M_0}\right). \tag{39}$$

Trebue remarcat, că valabilitatea egalităţilor de mai sus este limitată numai în domeniul dela $n = n_i$ la $n = 0$ sau dela $t = 0$ la $t = \pi - Q/q$ sau dela $s = 0$ la $s = P\ (\cos Q + 1)/q$. Asta înseamnă că nu avem mişcare periodică propriu zisă, ci într'un domeniu limitat relaţiile iau forma funcţiunilor trigonometrice. Dincolo de limitele de valabilitate a egalităţilor, trebue restudiate toate datele problemei. De cele mai multe ori cuplul static nu influenţează decât într'un singur sens, cu alte cuvinte cuplul static poate frâna şi aduce viteza la zero dar nu poate deveni accelerator, fenomenul fizic este ireversibil.

Cuplurile statice pot deveni acceleratoare (precum este cazul gravităţiei) dar în acest caz trebue ţinut seama că randamentele transmisiilor şi frecările intervin în sens contrar. Raportul între cuplul static accelerator şi cel rezistent este patratul randamentelor. Valorile absolute ale cuplului accelerator sunt mai mici şi dreapta reprezentativă se frânge, ecuaţiile mişcării sunt altele. Ele trebue restudiate analizându-se situaţia nou creată.

Dacă se neglijează această observaţie, cădem peste cazuri de perpetuum mobile de gradul I.

Interpretarea fizică a cazurilor particulare expuse în acest paragraf, va fi desvoltată odată cu discuţia cazului general într'un articol viitor.

IV. — CONCLUZII

Domeniul în care ecuaţiile şi concluziile ce se pot trage sunt valabile, este limitat de următoarele considerente, care au stat la baza stabilirii formulelor:

Viteza trebue să rămână între limitele pentru care cuplul motor îşi păstrează caracteristica shunt. Aceste limite corespund cu valorile de răsturnare ale cuplului.

Viteza trebue considerată totdeauna pozitivă. Dacă viteza îşi schimbă sensul, studiul trebue reluat din punctul $n = 0$. De îndată ce viteza îşi schimbă sensul, convenţiile relative la semnul lui $\operatorname{tg}\psi$, cuplul accelerator, rezistent sau de frânare, deci semnele lui M_{d0}, M_{m0} nu mai corespund.

La întâlnirea dreptei reprezentative a variaţiei cuplurilor statice cu axa curselor, cuplurile statice se transformă din rezistenţe în acceleratoare sau invers. Randamentele transmisiilor şi frecările în

general intervin în chip diferit, micșorând, respectiv majorând valorile absolute. Dreapta reprezentativă se frânge și devine paralelă cu cea inițială.

Cazurile particulare studiate au permis să regăsim ecuațiile de bază ale calculului analitic al antrenării electromotorice. Aceste ecuații au fost stabilite direct și sunt utilizate curent în proiectarea electromecanismelor (vezi bibliografia). In articolul de față a fost expusă metoda proprie de a calcula analitic un caz mai general, cu posibilități de aplicație mai întinse și anume acela în care cuplul static variază liniar cu cursa efectuată. Intr'un articol viitor se va face discuția și interpretarea fizică a formulelor obținute, însoțite de un exemplu practic.

Bibliografie

N. P. Kuzniţki, Utilajul electric la secțiile de furnale și cuptoare Martin. Metallurgizdat, 1942.

V. K. Popov, Acționarea electrică. Mașghiz, 1946.

K. V. Uruov, Acționarea electrică a mașinilor poligrafice. Ghizlegprom, 1950.

D. P. Morozov, Bazele acționării electrice. Gosenergoizdat, 1950.

Mașinostroenie, Acționarea electrică, vol. VIII.

(Urmare în nr. viitor).

★

ВКЛАДЫ В ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ МЕХАНИЗМОВ, ПРИВОДИМЫХ ОТ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Резюме

В настоящей статье изложены математические основы в деле изучения динамики механизмов, приводимых в действие электродвигателем в том случае, когда момент сопротивления линейно изменяется со сделанным пробегом. Этот случай очень часто имеет место на практике и, в особенности, у вспомогательных механизмов прокатных станов и доменных печей.

Авторы статьи вывели формулы позволяющие ознакомиться с кинематикой и развертыванием во времени махового момента. Полученные формулы можно применить и в более общих случаях вариации статической пары с пройденным растоянием, которые приводят к более точным результатам, путем более коротких расчетов, чем графико-аналитические методы, которыми пользовались до сих пор.

В последней части статьи, применены формулы, полученные в некоторых отдельных случаях, снова сталкиваясь таким образоы с известными законами.

LEMNUL BACHELIZAT

de ing. GH. ZISU

Un rol destul de important, este rezervat, în industria electrotehnică, materialelor care pe lângă caracterul electro-izolant întrunesc și o serie de calități cum sunt: greutate volumetrică mică, rezistență mecanică, posibilitate ușoară de prelucrare, rezistență la acțiunea agenților corosivi, a umidității, a uleiurilor minerale și a solvenților organici.

O întrunire a tuturor acestor calități a fost realizată într'o măsură mai mare sau mai mică, prin fabricarea materialelor împregnate presate, care îmbină proprietățile electro-izolante și rezistența chimică a rășinilor sintetice cu proprietățile mecanice ale suporților (hârtie, țesături, rumeguș de lemn, asbest, etc.).

Problema îmbunătățirii calității mecanice a materialelor stratificate presate și a lărgirii domeniului lor de întrebuințare, a dirijat cercetările și spre utilizarea lemnului împregnat cu rășini.

Lemnul împregnat cu rășini, după cum se va arăta, are o perspectivă mult mai mare decât pertinaxul sau textolitul, în ceeace privește domeniul de utilizare.

Intr'un viitor foarte apropiat, el va înlocui metalele în construcția multor aparate și vase de depozitare.

Studiile aprofundate ale oamenilor de știință sovietici, I. A. Klinov, N. D. Lectorschi, etc., în problema coroziunii metalelor, dovedesc că lemnul îmbibat cu rășini feno-plastice, adică lemnul bachelizat tinde să înlocuiască cu succes, în multe ramuri industriale metalele rezistente la coroziune.

Ameliorarea calităților lemnului, fie în vederea utilizării lui ca material electroizolant, fie ca înlocuitor al metalelor, în construcția aparaturii chimice, etc., este o veche preocupare a cercetătorilor.

La o greutate în volum mică, lemnul prezintă o rezistență mecanică destul de apreciabilă, în special la loviri și vibrațiuni. El se caracterizează deasemenea prin: coeficient de dilatare termic și conductibilitate calorică slabe, rezistență relativ bună față de mai mulți agenți agresivi. Trebue ținut seama, însă, că lemnul brut prezintă o serie de neajunsuri, cum sunt inconstanța în proprietățile sale și altele.

După S. I. Vanin și L. D. Bafenov, proprietățile fizico-mecanice, depind mult de varietatea lemnului și pentru una și aceeași varietate de condițiile de creștere, vârstă, poziția din tulpină, timpul în care s'a făcut tăierea, climatul, terenul, etc.

Chiar la o esență bine definită de lemn, proprietățile mecanice sunt în funcție de modul de orientare a fibrelor.

Tabela 1

Limita de rezistență în kg/cm² a unei esențe de lemn în funcție de orientarea fibrelor

La întindere:	
în lungul fibrelor	2,0 —3,0
deacurmezișul fibrelor	0,05—0,3
La comprimare:	
în lungul fibrelor	1,0
deacurmezișul fibrelor	0,1 —0,3
La despicare:	
în lungul fibrelor	0,15
La îndoire statică	1,5 —2,0

Proprietățile mecanice ale lemnului mai depind de cantitatea de umiditate pe care acesta o conține în capilarele și celulele sale, de umiditatea atmosferică și de temperatură.

Cu creșterea umidității interioare proprietățile lui se înrăutățesc.

Prin absorbția vaporilor din atmosferă, volumul lemnului se mărește, iar la evaporare, lemnul tinzând să se micșoreze, se contractă și se deformează. Lemnul, ca atare nu poate fi folosit pentru temperaturi mai mari de 100° C, deoarece proprietățile sale mecanice se înrăutățesc. La temperaturi peste 130°—140° C își pierde toată apa și începe să se descompună.

Lemnul este atacat de o serie de paraziți care îi provoacă putrezirea.

Rezistența față de acțiunea agenților chimici depinde, în mare măsură, de specia lemnului. Coniferele, care au un conținut mare în rășină, posed o stabilitate chimică destul de bună față de o serie de agenți corosivi, ca: acid fosforic, acid acetic, acid lactic, soluții amoniacale, etc.

Acizii minerali concentrați, soda caustică și oxidanții distrug lemnul.

Sărurile, care hidrolizează ușor și, deci, formează acizi liberi, cum sunt ale fierului, aluminiului și zincului, acționează distructiv asupra lemnului.

Substanțele organice, în general, nu atacă lemnul.

Trebue remarcat că lemnul brut rezistă la acțiunea acizilor sulfuric și clorhidric diluați, hidroxidului de calciu și soluțiilor amoniacale de concentrație medie.

S'au evidențiat o serie de aspecte negative ale lemnului, spre a se putea aprecia mai bine meritul cercetărilor în procesul de ameliorare a lemnului și de situare a acestuia printre materialele destinate a înlocui metalele sau a le suplini pe acestea în unele domenii, cum este al plăcilor electroizolante, rezistente la tracțiune, comprimare, îndoire și lovire.

O încercare de ameliorare o constitue obținerea lemnului presat *lignostonul.*

Prin presare la cald, volumul lemnului se micșorează, fibrele se apropie între ele și se obține astfel, o ridicare a proprietăților fizico-mecanice.

Tehnologia procesului obținerii lignostonului constă din:

1. Presarea barelor de lemn sub o presiune de 20—30 kg/cm la 60°—80°.
2. Supunerea la a doua presare sub o presiune de 150 kg/cm² până la greutatea volumetrică dorită.
3. Incălzirea ulterioară la 130—140°.

Proprietățile fizico-mecanice sunt în funcție de gradul condensării, adică de gradul comprimării volumului.

Caracteristicele fizico-mecanice ale unui lignoston cu umiditate de 8% și greutate volumetrică 1,18, sunt:

Tabela 2

Limita rezistenței în kg/cm²

La despicare radială	170
La comprimare în lungul fibrelor	1215
La îndoire statică	2580
Absorbția de umiditate în volum	50

Lignostonul posedă proprietăți antifricționale bune. După cum se poate constata, marele neajuns îl constitue stabilitatea lui mică la apă. Imbibându-se cu apă revine la starea inițială a lemnului natural.

S'au făcut încercări de diminuare a higroscopicității lignostonului prin îmbibarea lui cu parafină, uleiuri minerale, ulei de in, compounduri, etc.

Fig. 1. Micrografia unei tăieturi făcute în lignofol. Localizarea rășinei sintetice în vase capilare.

Insă toți acești agenți de îmbibare prezentau același defect; pătrundeau în canalele lemnului, însă nu se stabilea o aderență puternică între aceștia și pereții canalelor.

La căldură sau compresiune agenții de îmbibare, exudau, în parte, lăsând drumul liber gazelor sau

lichidelor înconjurătoare să pătrundă în canale, în momentul răcirii sau încetării comprimării.

Ne putem foarte uşor imagina inconvenientele unui astfel de flux şi reflux. O tijă de disjonctor dintr'un lemn astfel îmbibat, putând suferi, alternativ, încălziri şi răciri, elimină o parte din agentul îmbibat şi aspiră apoi uleiul izolant înconjurător, care deobicei conţine şi apă.

Utilizarea răşinilor sintetice a rezolvat această problemă şi în special bachelitele s'au dovedit cele mai bune pentru împregnarea lemnului.

Examenul micrografic al unui lemn bachelizat bine impregnat, a arătat că încorporarea răşinei sintetice în lemn se face sub formă de picături pătrunde în peretele canalului şi să se fixeze de grupele polare ale celulozei. Prin acest sistem de împregnare nu se stabilizează în mod apreciabil lemnul;

b) tratarea cu o răşină, încă solubilă în apă, care se transformă definitiv chiar în interiorul lemnului şi deci se grefează pe grupele polare active ale celulozei. Prin acest sistem de impregnare se realizează un lemn mai stabil, însă materialul obţinut este mai casant.

In tabela care urmează se expune, comparativ, proprietăţile fizico-mecanice a două specii de lemn, înainte şi după bachelizare după datele furnizate de Klinov.

Tabela 3

Proprietate	Inainte de bachelizare		După bachelizare	
	Mesteacăn	Brad	Mesteacăn	Brad
Modulul elasticităţii kg/cm²				
a) la întindere	131,000	168,000	205,000	169,000
b) la compresiune	94,000	57,000	167,000	101,000
Greutatea volumetrică g/cm³	0,55	0,42	0,94	0,56
Limita rezistenţei la îndoire kg/cm².				
a) în direcţie radială	1340	—	1370	—
b) în direcţie tangenţială	1090	1360	1310	1430
Limita rezistenţei la torsiune kg/cm²	115	130	180	130
Limita rezistenţei la despicare kg/cm²				
a) în direcţie radială	70	51,5	38,5	46
b) în direcţie tangenţială	65,5	42	44	36
Limita rezistenţei la întindere în lungul fibrelor kg/cm²	1080	1030	970	865
Limita rezistenţei la comprimare dealungul fibrelor kg/cm²	550	590	1010	1180
Limita rezistenţei la spărgere kg/cm²				
a) în direcţie radială	94,5	101	86	59,5
b) în direcţie tangenţială	113,5	95	94,5	80,5
Capacitatea calorică kcal/kg grad.	—	—	0,51	0,32
Conductibilitatea calorică kcal/m s. grad	$35,10^5$	$38,10^5$	$86,10^5$	$42,10^5$

sau filamente foarte mici, separate prin ţesutul lemnos, pe când la hârtiile bachelizate s'a constatat că împregnarea, de fapt, constă mai mult din pelicule foarte subţiri care alternează cu foile de hârtie, deoarece acestea, într'o măsură mai mare sau mai mică, sunt impenetrabile pentru răşină.

Prezenţa granulelor difuzate în masa lemnului atenuează contracţiunile electromecanice. Pentru frecvenţele industriale, aceasta are puţină importanţă, însă pentru frecvenţele înalte, utilizate în radiofonie, prezenţa peliculelor alternând cu foile-suport, constitue o cascadă de condensatori şi permit provocarea vibraţiilor mecanice, care dau naştere la căldură.

Răşinile folosite pentru împregnare sunt crezol-formaldehidice (amestecul de crezoli conţinând 30—40% metacresol) sau fenol-formaldehidic.

Pentru scopuri mecanice răşinile crezolice sunt preferate, deoarece laminatele cu răşini feredice sunt fragile. Pentru scopuri electrice se utilizează numai cele fenolice, deoarece au proprietăţi izolante mai bune.

Pentru împregnare, în general, se folosesc esenţele de lemn moi.

Sunt două metode de împregnare a lemnului:

a) tratarea cu o răşină solubilizată în alcool, care supusă apoi polimerizării (întărire prin transformare în resit insolubil) nu are tendinţa de a

Aceste date sunt pentru lemnul brut.

Lignofolul care este o placă de lemn bachelizat, constituită din foi de furnir împregnate cu răşină şi presate la cald, are caracteristice superioare, după cum se va arăta.

Lemnul, în urma împregnării cu răşină sintetică, capătă o bună stabilitate faţă de majoritatea agenţilor chimici, o impermeabilitate mai mare faţă de umiditate, rezistenţă faţă de termite şi organismele destructive şi în special în ceeace interesează, o bună rezistenţă electrică.

Performanţele atinse de lemnul bachelizat în ceeace priveşte rezistenţa sa la acţiunea agenţilor corosivi, sunt foarte interesante şi dau posibilitatea să se reflecteze asupra posibilităţii înlocuirii unor aparate din metal, mai ales în industria chimică.

Dependent de gradul agresivităţii mediului, lemnul se supune îmbibării în diferite concentraţii de răşină.

In tabela care urmează se indică, după I. Klinov şi V. P. Sişcov, cantitatea de răşină necesară pentru îmbibarea lemnului faţă de diferite medii agresive, exprimată în procente şi în raport cu greutatea lemnului (norma îmbibării).

Tabela 4

Mediul agresiv	Norma îmbibării la %
Oxizi ai azotului	89
Acid sulfuric 70%	65
Acid sulfuric 40%	57
Acid clorhidric 36%	98
Acid clorhidric 30%	90
Acid clorhidric 20%	60
Acid fosforic 75%	55
Acid fosforic 25%	55
Clor umed	89
Ac. clorhidric gazos	91
Etilen clorhidrin	80

Lemnul bachelizat, practic, este stabil față de majoritatea agenților chimici, cu excepția oxidanților, bazelor tari și a unor dizolvanți organici.

Datorită acestei stabilități la acțiunea chimică a unor medii agresive, lemnul bachelizat poate fi folosit în anumite sectoare industriale, pentru înlocuirea plumbului și a unor metale neferoase și oțeluri aliate.

Din lemn bachelizat pot fi confecționate vase cisterne, bacuri, rezervoare, exhaustori, vase reactoare, agitatori și alte aparate și piese, care sunt supuse acțiunii agenților corosivi.

Pentru scopuri electrotehnice, în special, precum și pentru cazurile când sunt necesare proprietăți mecanice mai ridicate, se utilizează lemn bachelizat stratificat, adică un material fabricat din foi de furnir, împregnate cu rășină, presate la cald — lignofolul.

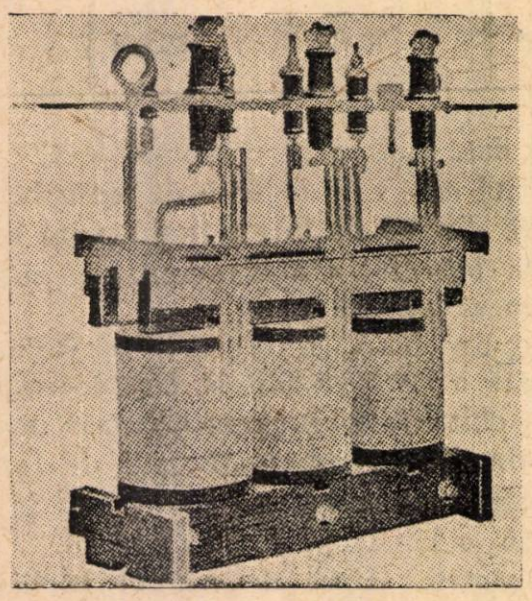


Fig. 2. Transformator trifazat cu traverse, borne de intrare și eșire, ajustor de tensiune, coroane izolante, etc. din lignofol.

După cum s'a amintit mai înainte, în funcție de sistemul de împregnare se pot obține două feluri de lemn; unul nestabilizat și al doilea stabilizat.

Forma stabilizată *A*, necesită pentru comprimare o presiune de circa 70 kg/cm², pentru a se atinge limita lui de rezistență la compresiune. Se obține un lemn bachelizat cu o densitate care variază între 1,3 și 1,4.

Forma nestabilizată *B*, pentru a atinge același grad de comprimare ca primul, necesită presiuni de ordinul 175—200 kg/cm².

Absorbția de apă pentru forma *A* este lentă și slabă. O eprubetă de 75×25×10 mm, după 24 ore de scufundare în apă absoarbe circa 1%.

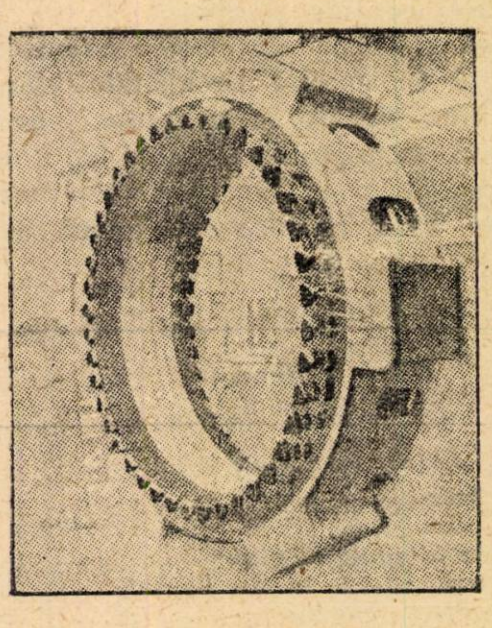


Fig. 3. Stator cu pene de bobinaj din lignofol.

Făcându-se experiența, în aceleași condiții, pentru forma *B*, absorbția atinge circa 6%.

Lăsând scufundată în apă mai mult timp, la temperatura ordinară, o eprubetă din forma *A* (stabilizată) se constată că umflarea în sensul grosimii nu depășește 4—7%, iar după uscare eprubeta își recapătă dimensiunile inițiale, ceeace dovedește că umflarea nu a provocat un proces de decomprimare.

La forma *B* (nestabilizată) umflarea se petrece într'un timp mai scurt, și întrece în grosime de circa trei ori forma *A*, iar după uscare, umflarea se menține, ceeace dovedește că nu a fost numai o umflare ci chiar o decomprimare ce poate atinge chiar 20% față de grosimea inițială.

Proprietățile mecanice pentru ambele forme sunt asemănătoare și sunt direct proporționale cu presiunea la care au fost supuse.

Rezistențele la tracțiune, flexiune și modul de elasticitate se măresc datorită numai comprimării.

Rășina, în special la lemnul bloc, scade rezistența la despicare și mărește fragilitatea lui. Imbibarea cu rășină dă în schimb stabilitatea dimensională.

Se dau mai jos caracteristicele mecanice ale unui lignofol cu densitatea 1,3 (tabela 5).

Pentru ambele forme, performanțele sunt aproape identice cu excepția rezistenții la lovire.

Rezistența la lovire cu crestătura pe față — forma *A* kg m/cm² 0,16—0,38.

Rezistența la lovire cu crestătura pe față — forma *B* kg m/cm² 0,32—0,50.

Rezistența la șoc diminuează pe măsură ce se mărește cantitatea de rășină și cu cât aceasta este mai uniform răspândită în lemn.

Tabela 5

Tracțiune:	
limita elasticității kg/cm²	1550
rezistența la tracțiune kg/cm²	2250
modul elasticitate kg/cm²	246000
Flexiune:	
limita elasticității	1470
rezistența la flexiune kg/cm²	2530
modul elasticitate kg/cm²	246000
Comprimare paralel cu fibra:	
limita elasticității kg/cm²	1125
rezistența la comprimare kg/cm²	1685
modul elasticitate kg/cm²	246000
Rezistența la despicare kg/cm² paralel cu fibra și perpendicular pe straturi	500

Rezistența la lovire variază și cu modul de fabricație. Dacă încălzirea este prea înaintată, în timpul uscării foilor împregnate, se obține un produs mai casant. Forma *B*, în aceleași condiții are o rezistență la lovire mai mare 0,32—0,50.

Proprietățile dielectrice ale lemnului bachelizat stratificat —lignofolul sunt destul de bune.

PIERDERI DIELECTRICE

la frecvența de 50 per/s

Tabela 6

Epruvete plasate într'o atmosferă saturată de umiditate. Tensiunea aplicată: 1000 V pe cm. Pierderile măsurate în miliwați pe cm³

Natura eprubetei	După 2 zile	După 3 zile	După 10 zile
Lemn impregnat cu ulei	1,43	14,30	39,00
Lemn parafinat	1,50	15,40	42,00
Lignofol	0,10	0,10	0,10

La frecvențe utilizate în T.F.F.

Natura eprubetei	Quarț	Lignofol	Hârtie izolant	Cauciuc izolant
Valori de pierderi comparate	0	6	10	8

REZISTIVITATE SUPERFICIALĂ

1. *In aer liber*

Eprubete încercate în același timp. Izolarea măsurată în megohmi

Natura izolantului	După 24 ore	După 10 zile	După 20 zile
Hârtie izolantă	250	600	280
Cauciuc	2000	8300	4500
Lignofol	18000	26000	16000

2. *In atmosferă saturată de umiditate*

Natura izolantului	După o zi	După 2 zile	După 3 zile
Lemn impregnat cu ulei	140	60	42
Hârtie izolantă	186	171	144
Cauciuc	800	560	480
Lignofol	1325	1425	1445

Problema realizării lemnului bachelizat constitue una din preocupările Academiei R. P. R. și al fabricei Electro-Izolantul.

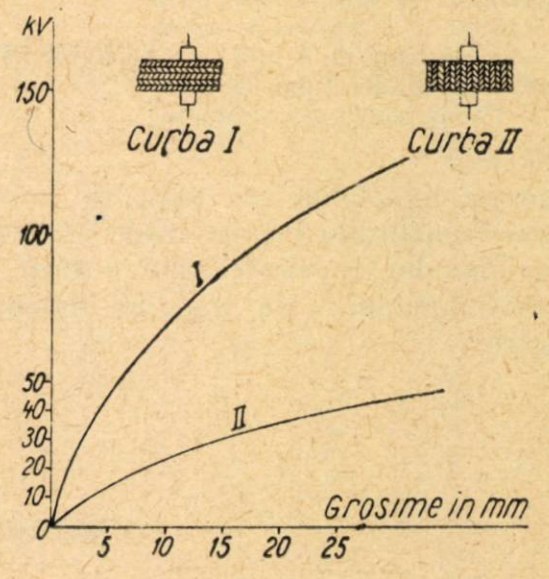


Fig. 4. Curbele de străpungere la tensiune ale lignofolului.

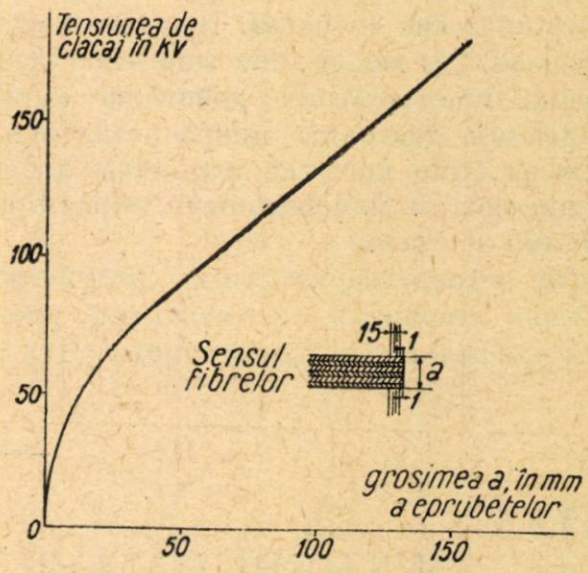


Fig. 5. Curba de clacaj superficială în ulei perpendicular pe fibre a lignofolului.

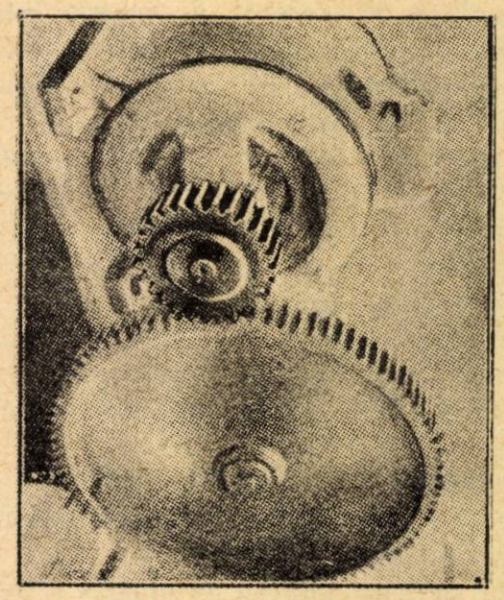


Fig. 6. Roți dințate din lignofol.

La fabrica Electro-Izolantul s'au realizat probe cu următoarele caracteristice:

Rezistența la tracțiune	77,5 kg/mm²
Duritatea	34
Rezistența la străpungere pe o grosime de 3 mm sub tensiune aplicată timp de 4 min . . .	55—60 kV
Proba menținută timp de 4 ore la 130° în ulei de transformator a rezistat.	

Fabricarea lignofolului în țară, va contribui la mărirea sortimentului de materiale electroizolante necesare Planului de electrificare a țării.

Deaceea, lignofolul va găsi un domeniu larg de aplicare:

Construcții electro-mecanice: pene, distanțoare pentru extremitățile transformatorilor, mânere de comandă, echipaj mobil de acoperământ izolant al disjonctorului, plăci de conexiune, pene de ancoșe, pene de bobinare la motoare, etc.;

Pentru rețelele electrice: traverse, tijele izolanților și dispozitivele de protecție contra păsărilor pe liniile de înaltă tensiune, prăjini, scăunele și ecrane de suport și izolanți de înaltă și joasă tensiune pentru instalații interioare, etc.

Pentru utilizări mecanice: angrenaje fără sgomot, lagăre, roți de transmisie, etc.

★

БАКЕЛИЗИРОВАННАЯ ДРЕВЕСИНА

Резюме

Бакелизированная древесина может найти широкое применение, для замены металлов.

Подверженная значительному давлению, древесина приобретает значительную плотность и ценные механические свойства. Прессованная, лишь как таковая, без какой либо защитной операции, древесина противостоит действию сырости и агрессивному действию микроорганизмов.

Сделаны были попытки пропитки древесины, перед прессовкой, минеральными, парафинистыми и прочими маслами.

Самые удовлетворительные результаты, в отношении пропитки прессованной древесины дали фенольформалдегидные смолы. Эти смолы, помимы защиты, которую они оказывают древесине, способствуют сопротивлению действию кислых коррозийных агентов, действию влаги и одновременно дают высококачественный электроизолирующий продукт.

Бакелизированная древесина, изученная у нас, так называемый лигнофоль, изготовляется из пластинок фанеры, пропитанных предварительно спиртными растворами бакелита, высушенных и горячепрессованных.

У лигнофоля высокие механические свойства, достигнутые посредством пресовки и электроизолирующие свойства, благодаря наличию фенольформалдегидной смолы.

LEFORDITVA
18688 H F 11/52

ÎNTRERUPĂTORI AUTOMAȚI ULTRARAPIZI DE CURENT CONTINUU

de *ing. C. ȘOANCĂ*

Inainte de a se trece la descrierea întrerupătorilor automați ultrarapizi de curent continuu, e bine să se precizeze care sunt caracteristicele în general ale acestor întrerupători.

Un întrerupător automat este un aparat electric ale cărui contacte, în mod normal ținute închise prin intermediul unei acțiuni mecanice sau magnetice, se deschid pentru condiții predeterminate. El acționează numai în cazuri de defect, trebuind să ofere o totală siguranță de funcționare. Aceasta înseamnă că poate rămâne închis o lungă perioadă de timp fără a i se altera caracteristicele electrice și mecanice.

Intrerupătoarele automate ultrarapide sunt utilizate pentru prevenirea scurtcircuitelor ce pot surveni la mașinile electrice.

Timpul necesar pentru producerea întreruperii curentului la acești automați ultrarapizi, este de ordinul 4—10 miimi de secundă. Funcționarea rapidă a putut fi obținută în urma unui studiu detaliat al diferitelor constante de timp care intervin la un întrerupător automat obișnuit.

REDUCEREA TIMPULUI DE FUNCȚIONARE

1. TIMPUL CARE SE SCURGE INAINTEA ACȚIUNII ASUPRA ACROȘAJULUI MECANIC

Intr'un declanșator, această perioadă corespunde:

—timpului de stabilirea fluxului în circuitul magnetic;

—timpului de accelerație, cerut pentru a învinge inerția maselor mobile ale declanșatorului.

Acest timp este, în general, micșorat prin unul sau altul din următoarele dispozitive:

a) Construirea circuitului magnetic așa fel, încât să reducă constanta de timp a stabilirii fluxului

(întrebuinţând de exemplu un circuit magnetic foiletat);

b) Un dispozitiv (fig. 1) permiţând micşorarea automată a intensităţii minime necesare pentru funcţionarea întrerupătorului automat, pe măsura creşterii intensităţii: o înfăşurare inductivă este montată în paralel cu bobina declanşatoare. Pentru variaţii mici ale intensităţii, acestea se repartizează în mod egal în cele două ramuri; iar pentru variaţii brusce, curentul se stabileşte mai încet în conexiunea inductivă, în timp ce în ramura neinductivă se modifică foarte repede.

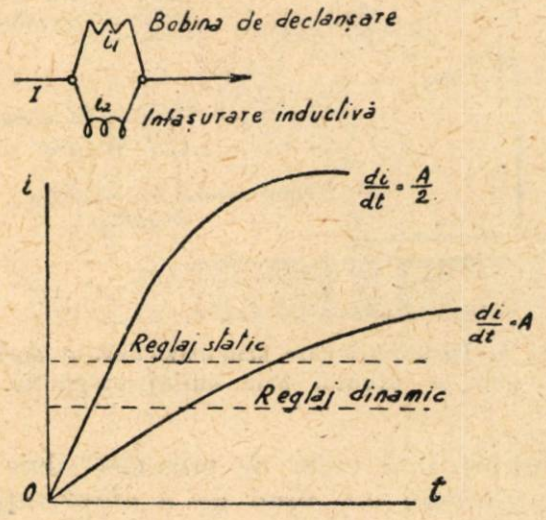


Fig. 1. Dispozitiv permiţând micşorarea automată a intensităţii necesară funcţionării întrerupătorului automat.

Bobina de declanşare este astfel parcursă de către intensitatea sa de funcţionare, pentru o valoare mai puţin ridicată a curentului total;

c) Insfârşit, cea mai bună micşorare a timpului a putut fi obţinută subordonând direct curentului principal, punerea în mişcare a contactului mobil a întrerupătorului automat, fie prin efect electrodinamic, fie prin efect electromagnetic.

2. TIMPUL CARE SE SCURGE INTRE DECROŞAJUL MECANIC ŞI DESCHIDEREA CONTACTELOR

Intr'un întrerupător automat obişnuit, această perioadă de timp cuprinde:

— timpul întrebuinţat pentru desfacerea acroşajului mecanic;

— timpul necesar pentru învingerea inerţiei părţii mobile care are o importantă greutate;

— timpul necesar pentru parcurgerea cursei de decroşare care este mare.

Aceşti timpi au fost micşoraţi prin unul sau altul din următoarele dispozitive:

a) Reducerea la minimum a greutăţii părţii mobile (prin întrebuinţarea unui metal uşor);

b) Reducerea la minimum a cursei de decroşare a contactelor (prin întrebuinţarea suflajului magnetic);

c) Intrebuinţarea de resorturi puternice de reducere pentru a spori rapiditatea funcţionării;

d) Intrebuinţarea unui organ capabil de un efort care creşte cu supraintensitatea, pentru accelerarea decroşării;

e) Suprimarea acroşajului mecanic, realizând unul magnetic.

Figura 2 dă un exemplu:

— de înlocuire a declanşatorului, printr'o subordonare directă a contactului mobil unui efort electromagnetic;

— de suprimare a acroşajului mecanic.

Partea fixă comportă: un contact fix şi un circuit magnetic, purtând o bobină alimentată de către o sursă, cu tensiunea constantă.

Partea mobilă comportă: o pârghie echipată cu un resort de readucere, purtând la partea superioară contactul mobil şi în mijloc o armătură destinată să închidă circuitul magnetic fix. Partea mobilă este adusă în contact cu cea fixă, prin intermediul unei comenzi manuale; contactul este închis şi armătura mobilă rămâne menţinută prin intermediul electromagnetului.

Deschiderea se poate provoca:

— întrerupând circuitul bobinei electromagnetului;

— micşorând fluxul circuitului magnetic

— deviind fluxul care traversează armătura mobilă.

Această din urmă soluţie este cea mai rapidă.

Pentru ca curentul principal să devieze fluxul, care traversează armătura mobilă, se aşează o punte magnetică între piesele polare ale circuitului fix. Această punte are drept scop să creeze

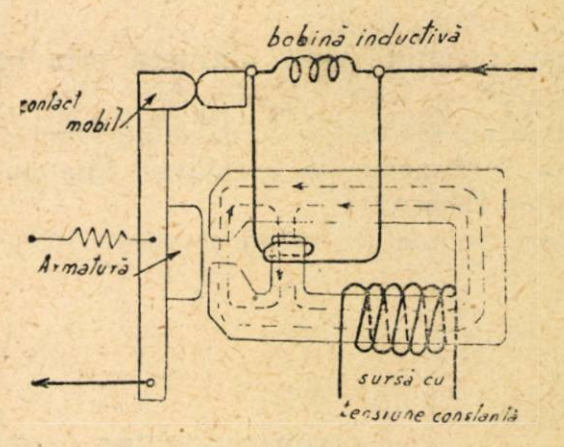


Fig. 2. Dispozitiv înlocuind declanşorul subordonând contactul mobil unui efort electromagnetic.

un flux de sens contrar fluxului bobinei principale a electromagnetului. Fluxul creat de supraintensitate slăbeşte fluxul în armătură şi-l măreşte pe cel din puntea magnetică, astfel încât fluxul, traversând circuitul magnetic, rămâne constant; variază numai repartiţia în cele două ramuri, armătura şi puntea magnetică.

Armătura mobilă, piesele polare şi puntea magnetică sunt foiletate pentru a se evita la maximum întârzierea datorită curenţilor induşi în fier.

Acest dispozitiv constitue un acroşaj magnetic, subordonat direct creşterii curentului principal. Nu există nici declanşor, nici acroşaj mecanic.

Fig. 3 dă un exemplu:

— de suprimarea acroşajului mecanic;

— de întrebuinţarea unui declanşor, care accelerează rapiditatea deslipirii contactelor.

DURATA STINGERII ARCULUI

Intr'un întrerupător automat **ultrarapid**, această durată este importantă, deoarece arcul nu mai este lăsat să se stingă în mod natural.

Un suflaj magnetic puternic, permite reducerea acestui timp, însă pentru a evita supratensiunile rezultând dintr'o stingere prea rapidă, trebue ca

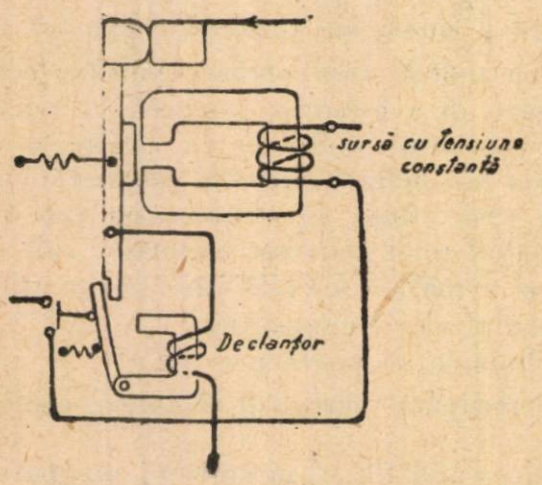


Fig. 3. Dispozitiv suprimând acroşajul mecanic întrebuinţând un declanşor care accelerează rapiditatea deslipirii contactelor.

suflajul, foarte energic la începutul întreruperii, pentru a îndepărta arcul contactelor şi a-i mări repede rezistenţa, să fie mai puţin eficace către sfârşitul întreruperii.

Aceste rezultate sunt obţinute prin întrebuinţarea:

—unui circuit magnetic de suflaj foiletat, pentru a evita întârzierea la stabilirea fluxului datorit curenţilor Foucault;

—unei bobine de suflaj montată în serie;

—unei dimensionări şi forme convenabile a cutiei de suflaj şi a pieselor de circulaţie şi conducere a arcului, care permit reducerea eficacităţii suflajului, către sfârşitul întreruperii.

Figura 4 dă un exemplu de suflaj magnetic. Miezul bobinei de suflaj este foiletat, fiind format dintr'o bandă rectangulară înfăşurată în spirală. Cutia de suflaj este prevăzută cu o despărţitură, care fracţionează arcul, oferind gazelor calde o mare suprafaţă de răcire. O bobină secundară de

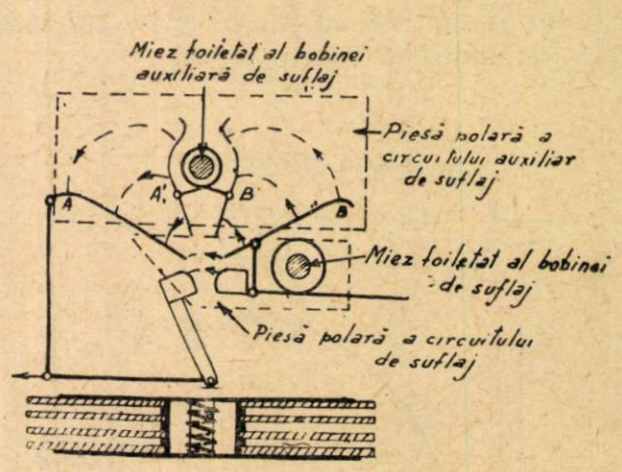


Fig. 4. Dispozitiv care scurtează durata de stingere a arcului prin suflaj magnetic.

suflaj, alimentată chiar de arc, contribue la rapiditatea stingerii lui, fiind de o eficacitate redusă către sfârşitul cursei de întrerupere.

Când întrerupătorul automat se deschide, arcul este îndreptat, sub acţiunea bobinei principale de suflaj asupra celor două piese A' şi B', care sunt legate la extremităţile bobinei auxiliare de suflaj.

Intrerupătorii automaţi ultrarapizi se construesc până la tensiunea maximă de utilizare de 3.000 V, intensitatea maximă nedepăşind, decât rar 4—5000 A.

★

АВТОМАТИЧЕСКИЕ СВЕРЬХ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ.

Р е з ю м е

Защита электрического оборудования является тем надежнее, чем быстрее начинают действовать и размыкают защитные приспособления.

Быстроты работы последних добились путем воздействия на постоянные времени, появляющиеся у обыкновенных автоматических включателей, а именно;

а) Время, истекающего до воздействия на механическое зацепление;

б) Время, истекающего между механическим расцеплением и открытием контактов;

в) Продолжительность гашения электрической дуги.

STABILITATEA GENERATORULUI SINCRON ACȚIONAT DE UN MOTOR EOLIAN, LUCRÂND PE O REȚEA DE MARE PUTERE [1])

de *V. N. ANDRIANOV*

In legătură cu apariția motorului eolian D-IS, de construcție VLME-GUSMP, distins cu premiul Stalin, s'a ridicat imediat problema folosirii pe o scară mai largă a energiei eoliene, în scopul electrificării gospodăriilor sătești. In acest caz funcționarea în paralel pe rețeaua comună trebue privită ca metodă principală de lucru a centralelor electro-eoliene. Cercetările experimentale în acest domeniu, făcute până la război sub conducerea lui G. H. Sabinin, au rămas incomplete în ceeace privește concluziile asupra posibilităților practice de funcționare în rețea, a unui generator sincron acționat de un motor eolian. Tipul cel mai avantajos de generator folosit în toate felurile de instalații este generatorul sincron, de aceea este de dorit ca el să facă parte din instalația electro-eoliană. Această chestiune va deveni din ce în ce mai actuală pe măsura desvoltării puterii într'un singur agregat. Printre altele, există părerea că generatorul sincron nu corespunde proprietăților motorului eolian, părere bazată, în primul rând, pe teama în ceeace privește stabilitatea insuficientă a generatorului sincron la răbufnirile de vânt. Această problemă, nu este singura de care depinde funcționarea unei asemenea instalații electro-eoliene, dar fără îndoială, este una din cele principale și se studiază mai jos. Alături de analiza teoretică, se arată și aplicarea rezultatelor ei la generatorul sincron, care lucrează pe o rețea de putere și e acționat de un motor eolian D-18.

Motorul eolian D-18 aparține tipului de motoare rapide a cărui reglare se face prin răsucirea capătului paletei de lângă axa aripei cu ajutorul stabilizatorului. Puterea motorului eolian D-18 este de 28,5 kW pentru $n = 42$ rot/min și vitesa vântului $v = 8$ m/s.

Dacă se au în vedere pierderile în transmisiile dela roata de vânt la generatorul fixat jos, atunci puterea care ajunge la arborele acestuia, va fi egală cu 23,2 kW și de aceea pentru exemplele de calcule a fost ales generatorul sincron SG — 25/6.

REGIMUL AERODINAMIC AL MOTORULUI EOLIAN

La funcționarea motorului eolian împreună cu generatorul de curent alternativ, în cazul în care acesta lucrează în paralel cu rețeaua, la variația vitesei vântului se stabilește dinainte funcționarea motorului eolian cu valoarea variabilă a modulului $z = \frac{\omega R}{v}$, unde ω = vitesa unghiulară a roții de vânt, R-raza ei, V-vitesa vântului. In cazul folosirii unui generator sincron regimul de lucru al motorului eolian trebue ales nu numai din punct de vedere al producției de energie într'o perioadă de timp, ci trebue considerată necesitatea creării condițiilor satisfăcătoare de trecere a generatorului dela o sarcină la alta, la variația vitesei vântului. Regimurile de lucru stabilizate ale instalației eoliene, pentru diversele vitese de vânt, se află prin intersecția caracteristicelor motorului eolian $M = (n)$ (fig 1) cu caracteristica verticală a generatorului sincron.

O poziție sau alta pe verticala de pe graficul $M = f(n)$, va da diverse variații ale momentului la trecerea de pe o curbă, care corespunde unei anumite vitese a vântului, pe alta. Pentru motorul eolian C-18 aceste variații sunt calculate după curbele din fig. 1 și date în tabela 1. Din tabela 1 se vede, că pe măsură ce ne mișcăm pe caracteristice înspre stânga — în direcția valorilor mai mici ale lui n (fig. 1) s'ar părea că apare din ce în ce mai mult efectul autoreglării motorului eolian. Asupra acestui fapt a atras atenția G. H. Savinin în anul 1931. Aceasta este favorabil pentru generatorul sincron atât în ceeace privește stabilitatea lui la trecerea spre noul regim, cât și în ceeace privește pericolul supraîncărcării la vitese mari ale vântului.

Tabela 1

Raportul cuplului motorului eolian la o vitesă oarecare a vântului în momentul când v -8 *m/s pentru diversele valori ale lui* n

rot/min	V m/s	42	37,5	35	30	27	24
9		1,34	1,28	1,27	1,23	1,20	1,16
10		1,68	1,59	1,55	1,45	1,38	1,29
11		2,03	1,88	1,82	1,65	1,53	1,43
12		2,39	2,18	2,06	1,81	1,62	1,52

In punctele, care se găsesc în partea stângă a caracteristicelor, cuplul suplimentar al motorului eolian, produce slăbirea gradului de amortizare al oscilațiilor care apar la trecerea în noua stare de echilibru. Din acest punct de ve-

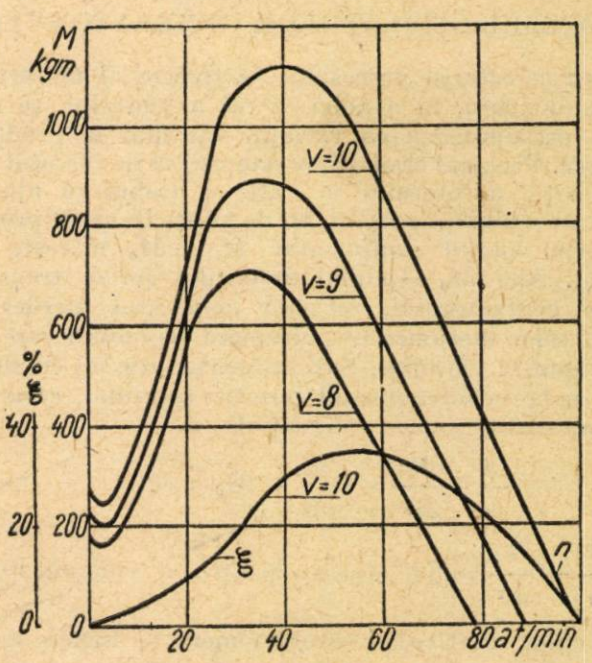


Fig. 1.

dere, utilitatea trecerii regimului de lucru în această regiune a caracteristicei poate fi pusă la îndoială. Totuși, analiza cantitativă a acestui proces a arătat că aceste temeri sunt neîntemeiate.

Deobicei, punctul normal de lucru se alege pe caracteristica motorului eolian astfel ca să-i corespundă o valoare apropiată de cea maximă a coeficientului de utilizare a energiei vântului.

Deplasarea verticalei, care determină regimul de lucru, spre valorile mai mici ale lui n (fig. 1) însemnând micșorarea modulului, atrage după sine faptul că la toate vitesele vântului, egale sau mai mici decât cea calculată, coeficientul de utilizare scade. Cu toate acestea, pentru vitesele vântului mai mici decât cea calculată, aceeași micșorare a modulului este întovărășită de creșterea coeficientului de utilizare. Inafară de aceasta, datorită scăderii sub normal a puterii motorului eolian cu vitesa vântului, luată inițial drept cea calculată, vitesa vântului, la atingerea căreia trebue să intre în funcție reglarea, trebue să fie mărită co-

[1]) Din rev. Electricestvo nr. 10 (Oct.) 1949, p. 26 — 32.

respunzător. In tabela 2 se dă producția de energie pentru motorul eolian D-18, la diferite regimuri de lucru și valori medii anuale a viteselor vântului. Repetarea vitezelor vântului este, considerată, pentru primele două cazuri, după Pomorțev, iar pentru al treilea — după Guleu.

Tabela 2.

Generator sincron	Viteza medie anuală a vântului Vm m/s.	Nr. sincron de ture al roții de vânt						
		42	37,5	35	32,5	30	27	24
SG—25/6 . . .	4	28 150	31 140	31 370	31 700	31 383	29 815	26—120
	5	52 470	54 380	54 880	54 860	53 340	49 218	42—986
SG—35/6 . . .	6	81 385	82 450	81 170	81 640	78 025	60 745	52—[illegible]00

Tabela 1 și 2 confirmă ideea că pe o anumită gamă a caracteristicei motorului eolian $M = f(n)$, este posibil să se găsească o stabilitate mai mare a funcționării generatorului, care poate fi pusă în strânsă legătură cu cerința de a obține o producție maximă de energie. Nu este exclusă și posibilitatea ca motorul eolian să poată funcționa fără reglare, până la vitesele mari ale vântului, mai ales dacă se admite o oarecare scădere a producției. In toate cazurile, începând cu $n = 30$ rot/min, crește numărul orelor de funcționare pe an a instalației eoliene, datorită utilizării vânturilor slabe. Această împrejurare poată să aibă o oarecare importanță pentru o participare mai uniformă a centralei electro-eoliene în funcționarea sistemului interconectat.

PROCESUL OSCILAȚIILOR GENERATORULUI

Pentru cercetarea procesului de trecere al motorului pe regimul de lucru, la o nouă vitesă a vântului, se face la început presupunerea că variația vântului se produce instantaneu. Procesul oscilațiilor este util să fie cercetat pentru acea poziție a rotorului la care el trebue să ajungă ca rezultat al schimbării regimului de vânt. In cazul procesului transitoriu, cuplul suplimentar $M_1 - M_0$ mărește vitesa rotorului. Aici M_0 — cuplul motorului eolian transmis la arborele generatorului, scăzând momentul pierderilor în fier și a celor mecanice ce corespund regimului care a precedat impulsul vântului. Sub influența acestui cuplu suplimentar se creează fenomenul mișcării rotorului, caracterizat prin cunoscuta ecuație diferențială:

$$\frac{J}{p} \cdot \frac{d^2 a}{dt^2} + D\frac{da}{dt} + M_c\, a = 0 \qquad (1)$$

unde $\frac{J}{p} - \frac{d^2 a}{dt^2}$ cuplul necesar pentru a comunica accelerația părților rotative, al căror moment de inerție este J;

$D\frac{da}{dt}$ cuplul de amortizare;

$M_c\, a$ — cuplul de sincronizare;

α unghiul deviației spațiale a rotorului față de poziția de echilibru, exprimat în grade electrice.

Perioada oscilațiilor proprii, socotind și amortizarea lor (L 1)

$$T = \frac{2\pi}{\frac{M_c}{J}\frac{P}{}\frac{D^2 p^2}{4j^2}} = \frac{To}{1 - \alpha^2} \qquad (2)$$

unde T_o — perioada variațiilor proprii, socotind amortizarea lor

$$\alpha = \frac{30}{2\pi \cdot nS_n} \cdot \frac{M_n \cdot \cos\varphi}{J \cdot pk \cos\delta} \quad \text{(anexa 1)}$$

Formula este dată într'o formă simplă, ce se poate aplica ușor în calculele practice. Pentru agregatul format din generatorul sincron SC-25/6 și motorul eolian D-18, perioada oscilațiilor proprii, calculată pentru cazul prezenței în rotor a celulei de amortizare, care este calculată astfel, ca cuplul asincron produc de ea pentru $S_n = 0{,}05$, egal cu cuplul nominal al generatorului în regim sincron, este egală cu $T = 2{,}075$ s în timp ce perioada oscilațiilor proprii ale generatorului însuși este $T_o = 0{,}213$ s. Cum era și de așteptat, masa roții de vânt are o mare influență asupra valorii perioadei oscilațiilor proprii. Valoarea ce se obține este atât de mică, încât se poate să nu se facă nicio diferență între perioada oscilațiilor proprii ale agregatului eolian, socotindu-l fără și cu amortizare (anexa 2).

Din relația (1) reiese

$$\alpha = -\alpha_1 \cdot e^{\frac{t}{T_3}} \cos\omega t, \qquad (3)$$

unde constanta timpului de amortizare a curbei esențiale

$$T_3 = \frac{2j}{Dp}.$$

Masa mare a roții de vânt încetinește considerabil amortizarea oscilațiilor. Pentru agregatul eolian D-18, constanta timpului de amortizare (anexa 1 și 2) a fost egală cu $T_3 = 5{,}25$ s.

Evaluând durata procesului, de exemplu, la de patru ori mai mare ca valoarea electromagnetică a contantei de timp, obținem că rotorul împreună cu motorul eolian, după un impuls brusc, datorit variației regimului de vânt, va ajunge într'o nouă poziție de echilibru, după aproximativ 21 s.

Valoarea supraîncărcării studiate, se stabilește prin deviația maximă a poziției spațiale a rotorului în procesul, de oscilație (ecuația 3). Dela prima deviație spre înainte, rotorul trece de noua poziție de echilibru spațial, cu unghiul

$$\alpha m = e^{\frac{T}{rT_3}} 3\,(\delta_1 - \delta_0)$$

Suprasarcina generatorului care apare în acest caz, în raport cu situația inițială, este determinată prin raportul $\sin \vartheta_2 / \sin \vartheta_0$ unde $\vartheta_2 = \vartheta_1 + \alpha_m$; respectiv, unghiurile între vectorii f.c.m. E 0 și tensiunea U a generatorului, la vitesa vântului, înainte de schimbarea acestuia și în situația noului echilibru stabilit.

Pentru generatorul sincron SG — 25/6 acționat de motorul eolian D—18, cea mai mare supra încărcare în momentul variației vitesei vântului dela $v_o = 8$ m/s care corespunde puterii nominale a generatorului, *Ie vi* = 9m/s este de 64%. Prin urmare, cu toată schimbarea bruscă a regimului, nu este niciun pericol de stricarea stabilității. In realitate decurgerea procesului, va fi și mai favorabilă din acest punct de vedere, deoarece variația vitesei vântului legată de valoarea energiei fluxului eolian, nu poate să se producă instantaneu, așa cum s'a presupus.

LIMITA SUPRAINCĂRCĂRILOR ADMISE

Cauza stricării stabilității, la variații brusce de vânt, este apariția momentelor suplimentare la axul generatorului ca rezultat al modificărilor brusce ale puterii motorului. Datorită marei mase a roții de vânt, procesul variației unghiului la oscilațiile generatorului sincron cuplat cu motorul sincron cuplat cu motorul eolian, este încetinit, iar perioada oscilațiilor este mai mare decât constanta de timp a bobinei de excitație.

Aceasta face posibil să nu se ia în seamă influența asupra câmpurilor de curenți corespunzători, ce apar în bobinajului amortizor, lamelele polilor și bobinajul de excitație, și să se considere că valoarea f.e.m. datorită reactanței sincrone *Eo* și a reactanței însăși, rămâne constantă în timpul oscilațiilor. Cu alte cuvinte, pentru cercetarea procesului de variație al unghiului se admite să se folosească caracteristica statică a puterii constante la care generatorul este prezentat de reactanța asincronă.

Aplicând regula suprafețelor și folosind caracteristicele motorului eolian, nu este greu de găsit valoarea numerică a vitesei vântului, la atingerea căreia se presupune că se modifică brusc situația, stricând stabilitatea generatorului. Această vitesă a vântului, se numește limita admisă.

Pentru generatorul sincron SG—25/6 acționat de motorul eolian D—18, limitele admise pentru vitesa vântului, cu caracter instantaneu în schimbare, sunt date în tabela 3. Până la desechilibrarea regimului se presupune că generatorul funcționează cu putere nominală și cos $\varphi = 0{,}8$ căruia îi corespunde valoarea $\vartheta n = 19{,}5°$.

a fost egală cu $V = 13{,}4$/m/s. Concluziile la care se poate ajunge, în baza analizei arătate, se rezumă la următoarele:

I. Cu toată gama mare a variațiilor acceleraților vântului, dela $a = I$m/s². până la variația instantanee ($\alpha = \infty$) valoarea limitei admise a vitesei vântului variază între limite relativ destul de mici dela 13,4 până la 11,85 m/s. In acest fel, la proiectarea instalației eoliene, se poate stabili dinainte acea vitesă a vântului, până la care generatorul nu iese din sincronism, la orice variație a vântului. Cunoscând posibilitatea și frecvența apariției vânturilor cu vitese care depășesc limitele admise se poate constata cum va decurge funcționarea agregatului în practică și cât de justificată este complicarea instalației prin dispozitive speciale, care previn ieșirea din sincronism. In prezent, se consideră cel mai des ca asemenea dispozitiv, o muflă hidraulică între generator și motorul eolian. D—18 și generatorul sincron SG—25/6, în regiunile cu vitesa medie anuală a vântului $Vcp \leqslant 5$ m/s., utilizarea muflei hidraulice nu este necesară pentru întărirea stabilității.

Tabela 3.

Limitele admise pentru vitesa vântului (m/s)

Viteza sincronă la roata de vânt rot/min. . . .	42	37,5	35	32,5	30	27	24
Roata de vânt rot/min viteza vântului până la desechilibrarea regimului m/s.	8	8,25	8,35	8,7	9,25	10 5	14,35
Viteza limită admisă a vântului M_{np} m/s. . .	11,8	13,6	16,5	19,3	24,4	27	31 5
Raportul vitezelor V_{np}/V_0	1,48	1,65	1,98	2,22	2,64	2,57	2,2

Lipsa unui material experimental aerolog asupra celei mai mari posibilități de creștere a vitesei vântului, nu a permis ca în tabela 3 să fie adăugate variațiile vitesei vântului mai probabile în realitate, admisibile în condițiile de păstrare ale stabilității. Cu toate acestea, pentru ca să se poată stabili ce influență are asupra valorii limitei admise vitesei vântului micșorarea răbufnirilor brusce, s'a presupus ca vitesa vântului la o nouă valoare V_1, nu se face instantaneu, ci se schimbă lin, după relația $V_i = V_o + at$. S'au luat două valori a: 5,5 m/s² (răbufniri slabe) la 5,5 m/s² calculul se făcea după următoarea schemă; timpul se diviza într'o serie de intervale egale și consecutive, vitesa vântului se considera constantă pe durata unui interval și egală cu vitesa la sfârșitul intervalului. După aceasta se calcula puterea, mai întâi la roata de vânt *Prv*, apoi cea transmisă de roata de vânt la axul generatorului $p'\varphi$.

Mai departe se găsea puterea accelerației $p'\psi - P\psi$ și aplicând metoda intervalelor consecutive, se stabilește unghiul la sfârșitul intervalului. După acesta devenea posibil variația puterii la roata de vânt în timp, și să se treacă pe grafic variația puterii electro-magnetice în funcție de unghiul ϑ. Construcția trebue făcută până la acea valoare până când aplicând metoda suprafețelor, unghiul de deviație maxim al rotorului va avea o valoare critică (fig. 2, curba 1). Limită admisă a vitesei s'a dovedit a fi egală cu $Vnp = 12{,}4$ m/s în loc de $v = 11{,}85$ m/s în cazul schimbării instantanee a vitesei vântului. Pentru cazul $a_2 = I$m/s², creșterea puterii motorului eolian D-18 la variația vitesei vântului, s'a dovedit că se produce la fel ca și variația puterii electromagnetice a generatorului sincron în procesul trecerii rotorului dela un unghiu ϑ la altul (fig. 2, curba ²).

De aceea nici nu este posibilă aplicarea metodei suprafețelor pentru stabilirea limitei admisă a vitesei vântului. O asemenea vitesă a vântului trebue considerată aceea care va avea loc în momentul în care unghiul ϑ al rotorului, crescând încetul cu încetul în procesul de deviație, va atinge o oarecare valoare δnp apropiată de 90°, stabilită de condiția ca energia cinetică pe care o are rotorul în acel moment va condiționa trecerea în partea de jos a caracteristicei statice. Stabilirea acestui punct este posibilă numai pe cale analitică, ceea ce a și fost făcut, utilizând schema, de calcul indicată mai sus. Limită admisă a vitesei vântului

2. Alegând pentru sincronizare, un astfel de număr de rotații pe minut al roții de vânt, la care puterea nominală a generatorului se desvoltă nu cu cel mai mare coeficient de folosire a vântului, putem mări limita admisă a vitesei medii anuale a vântului, pentru care se păstrează funcționarea stabilă a generatorului sincron, la cuplarea directă cu motorul eolian.

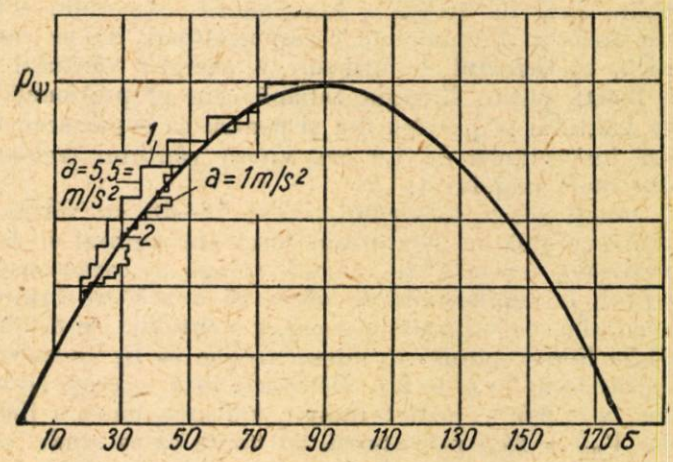


Fig. 2.

3. Determinarea limitei admise a vitesei vântului, în baza valorii statice a stabilității, în general dă o eroare de 15%.

4. In situația noului echilibru (la $V \leqslant Vnp$), dacă aceasta va avea un caracter transitoriu, generatorul se va găsi în regim de supraîncărcare și înaintea sistemului de reglare trebue pusă problema îndepărtării puterii suplimentare.

Este imposibil de a se folosi reglarea rapidă pentru realizarea rotirii paletei. De aceea, acțiunea sistemului de reglare trebue să fie bazată pe un alt principiu. Astfel de exemplu, poate fi folosit un releu special de putere activă, care acționează cu o întârziere de timp. Influențând stabilirea reglării, cu ajutorul unui solenoid, se poate obține un unghi nou al poziției paletelor cerut de condițiile regimului de vânt. In cazurile limite, suprasarcina generatorului ajunge destul de considerabilă, de circa 2,5 ori și de

aceea nu poate fi de lungă durată. Aceasta ridică în fața sistemului de reglare exigențe în ceea ce privește durata lui de acțiune și exclude metode de scoaterea roții de vânt din curentul vântului ș. a. La mase mari, care în asemenea cazuri, trebue puse în mișcare, procesul de reglare ar fi necesitat un timp important. Rotirea capătului paletei trebue considerată ca singura metodă practică posibilă. Unghiul ϑ în regim nominal. Pentru a clarifica influența unghiului ϑ asupra limitei admise a vitesei vântului, care unghi, după cum se știe, este legat de parametrul generatorului, calculele arătate mai înainte, au fost făcute deasemenea și pentru

fost calculate și construite curbele $\vartheta = f(t)$ și vitesa relativă a mișcării generatorului $\omega_s = \varphi(t)$ pentru cele trei cazuri, arătate mai sus, de creșterea vitesei vântului (fig.3—8).

Din curbele $\vartheta = f(t)$ se poate afla timpul de acțiune al reglării. Dacă în cursul acestui timp, reglarea va acționa astfel, ca în viitor, când vitesa vântului va depăși limita admisă, cuplul roții de vânt transmis la generator, nu va fi totuși mai mare decât cuplul, ce corespunde limitei admise a vitesei vântului la unghiul inițial al poziției paletelor atunci scăpările generatorului din sincronism nu se vor produce, chiar dacă vitesa vântului ar depăși limita admisă.

Tabela 4.

Unghiul ϑ_n între f. e. m E_0. și tensiunea în regim nominal		19,5			25			30	
Viteza sincron a roții de vânt în rot/min.	42	37,5	30	42	137,5	30	42	37.5	30
Limita admisă a vitezei vântului V_{np} m/s	11,8	13,6	24,4	11	11,7	17,6	10,3	11	16,1
Momentul transmis de roata de vânt generatorului $m\ D/e$		2,5			2,0			1,75	

$\vartheta_n = 25$ și $\vartheta_n = 30$ grade electrice. Variația vitesei vântului s'a presupus că este instantanee. Rezultatele sunt date în tabela 4.

La analizarea tabelei 4, trebue avut în vedere particularitatea că proprietatea de suprasarcină a generatorului sincron, cuplat cu un motor eolian, nu depinde direct de creșterea energiei vântului. Cauza este faptul că pentru motorul eolian, care funcționează cu modul variabil, în momentul suprasarcinei, coeficientul de utilizare a energiei vântului poate varia mai mult sau mai puțin depinzând de condițiile în care funcționează motorul eolian. Prin urmare, aceeași suprasarcină a generatorului în cazuri diferite, poate fi obținută printr'o gamă diferită a variațiilor vitesei vântului, adică a energiei vântului, transmisă instalației eoliene. La o turație de 42—37,5 trecând la unghiuri ϑ_n mari, printr'o micșorare relativ slabă a limitei admise a vitesei (de exemplu $n = 42$ rot/min. 10, 1 m/s în loc de 11,85) apare posibilitatea de a reduce suprasarcina generatorului studiată în acest caz, de 1,4 ori. Aceasta se explică prin faptul că în condițiile date de vitesă a funcționării motorului eolian pentru trecerea în punctele corespunzătoare de pe caracteristică, coeficientul de utilizare a energiei vântului variază foarte puțin. Energia eoliană este proporțională cu vitesa vântului la puterea 3-a și pentru ca suprasarcina să varieze instantaneu de 1,4 ori, vitesa vântului trebue să varieze mult mai încet.

La funcționarea motorului eolian D—18 cu vitesa de sincronism, egală cu 30 rot/min care este regimul de lucru pe verticală, așezată în partea stângă a caracteristicei $M = f(n)$, la suprasarcini se obseervă o scădere bruscă a coeficientului de utilizare a energiei vântului. De aceea, la $m = 1{,}75$ limita admisă a vitesei trebue să fie considerată mai mică, decât la $m = 2{,}5$. Deoarece. însă, aceeași situație pentru $m = 2{,}5$ a predeterminat valoarea mare a limitei admise $V_{np} = 24{,}4$ m/s atunci, cu toate că ea scade mult din punct de vedere al valorii absolute, rămâne încă destul de mare $V_{np} = 16{,}1$ m/s.

In acest fel, în ceea ce privește reducerea suprasarcinii cercetate, păstrând destul de mare limitele permise ale vitesei vântului (care se stabilesc prin trecerea la o valoare mai mare a unghiului n) se realizează mai bine posibilități tot la alegerea regimului aerodinamic de funcționare a otorului eolian, în partea stângă a caracteristicei sale.

MODUL DE LUCRU LA REGLARE

Instalația eoliană este caracterizată prin acea proprietate ce determină funcționarea reglării, care datorită inerției permanente, anormal de mare, face ca procesul de oscilație să apară întins în timp. Pentru a lămuri acele condiții, în care trebue să decurgă reglarea motorului eolian s'a studiat mișcarea rotorului și s'a stabilit timpul pentru a atinge unghiul critic la oscilații. Aplicând metoda intervalelor consecutive, cunoscută din teoria stabilității, au

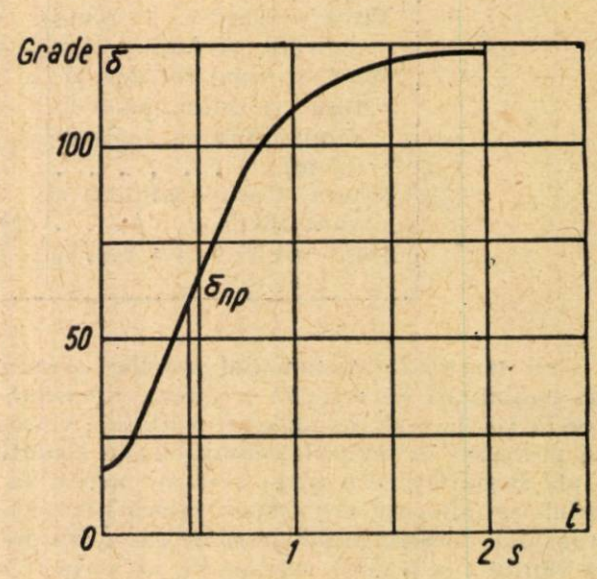


Fig. 3.

Rezultatele fundamentale, obținute prin calcul au dat următoarele:

Caracteristica vântului α m/s²	∞	5,5	1
Deviația maximă a vitezei față de cea sincronă % ω_s % .	2,17	1.73	0,9
Durata (s) în timpul căruia rotorul face unghiul limită .	0,45	0,75	6,4
critic	2	2,4	6,4
Zona de insensibilitate la reglare prin sensibilitate:			
1%	0,12	0,40	totală
0,5%	0,07	0,17	totală

Aceste rezultate duc la următoarele concluziuni. Cazul $\alpha = \infty$ și $\alpha = 5{,}5$m/s². Reglarea nu poate preveni ieșirea generatorului din sincronism dacă există posibilitatea ca vitesa vântului în procesul accelerării, să poată depăși valoarea limitei admise.

Cauza este lipsa acelui timp, în care regulatorul trebue să intre în acțiune. Acest timp este de 0,33 — 0,35 s, la o sensibilitate a regulatorului de 1% și 0,38 — 0,58 s la sensibilitate de 0,5%. Pentru executarea constructivă, relativ incompletă a sistemului reglării aerodinamice, acest timp va fi insuficient pentru a învinge inerția maselor și a realiza mutarea muflei regulatorului și a întregii scheme cinetice legată de ea.

Dacă regulatorul ar pune în funcțiune sistemul de reglare, atunci deoarece procesul oscilațiilor are o durată destul de mare, la realizarea reglării prin rotirea paletei,

procesul de reglare se va determina, înainte ca în generator să apară pericolul ieșirii din sincronism. In ceea ce privește celelalte metode de reglare, ca de exemplu, rotirea capului

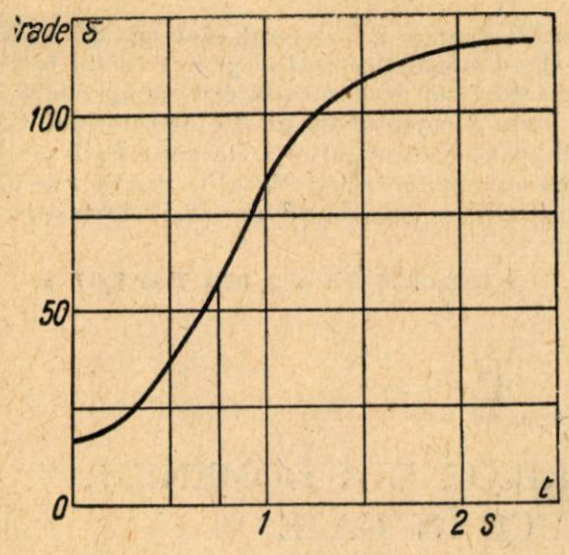


Fig. 4.

care poartă roata de vânt, sau prin răsturnarea roții de vânt ș. a. la masele mari, care trebuie puse în mișcare în asemenea cazuri, procesul de reglare ar necesita un timp

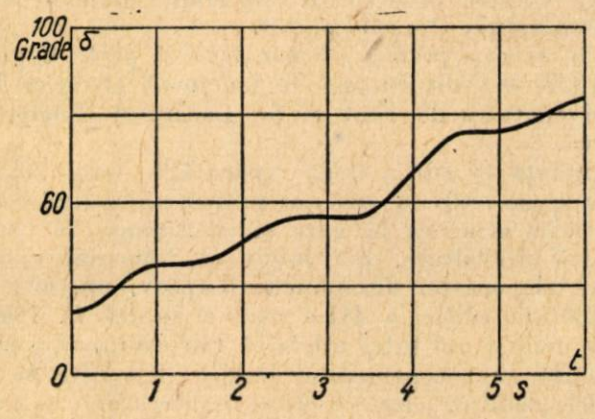


Fig. 5.

mult mai mare, decât acela care caracterizează oscilațiile ce se produc.

Cazul $a = 1$ m/s². Regulatorul din lipsă de derivație suficientă a vitesei, nu va sesiza în acest caz nerespectarea

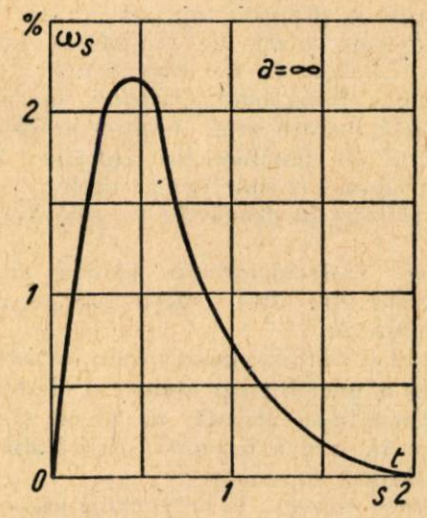


Fig. 6.

regimului de lucru. Dar în ceea ce privește timpul mare, în decursul căruia generatorul se apropie de limita stabilității statice, care stabilește în acest caz ieșirea din sincronism, permite să fie soluționată problema reglării cu ajutorul unui releu de putere activă, cum s'a arătat mai sus.

Concluzii

I. Caracteristicele roții de vânt, destinate pentru cuplarea cu generatorul sincron, trebue calculate având în vedere necesitățile creerii unor condiții mai favorabile de funcționare stabilă a generatorului sincron. Aceasta înseamnă că caracteristicile $M = f(n)$ la diferite vitese ale vântului, trebue să se apropie cât mai mult spre partea stângă, până ajung să se împletească.

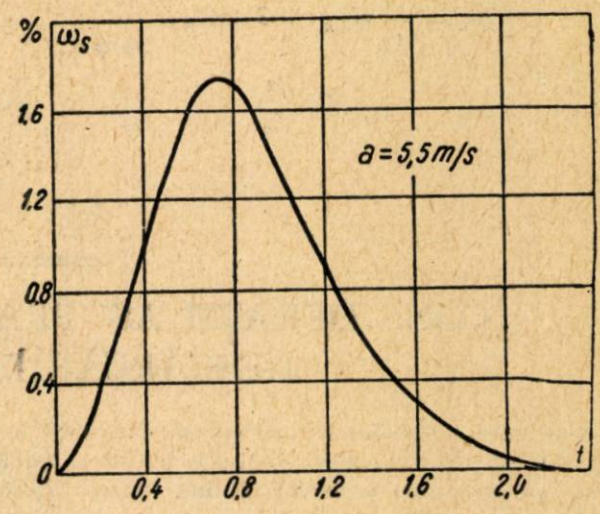


Fig. 7.

Obținerea acestor caracteristici, cum a arătat lucrările lui G. H. Savinin, este posibilă dar necesită executarea paletei după o anumită formă.

2. Caracteristicele motorului eolian D-18 diferă mult de cele ideale; cu toate acestea calculele au arătat teoretic posibilitatea funcționării stabile a generatorului sincron, cu-

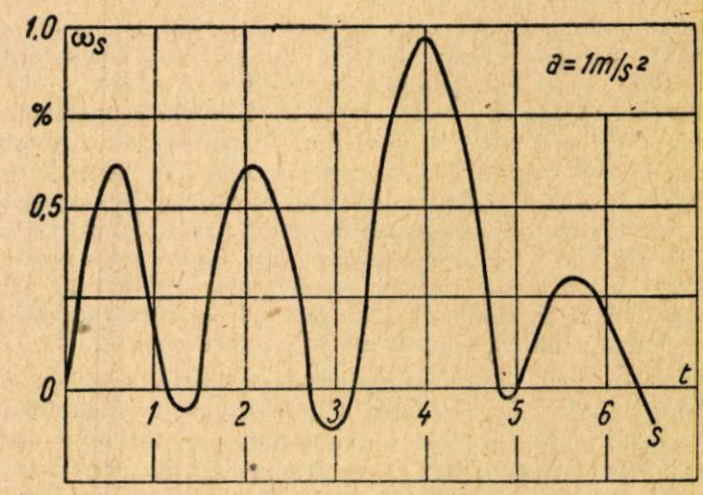


Fig. 8.

plat direct cu motorul eolian în regiunile cu vitesa medie anuală a vântului mai mică sau egală cu 5 m/s. Același lucru se poate obține și în regiunile cu vitesa medie anuală 6 m/s, dar cu condiția principală de a trece regimul de lucru și mai spre stânga caracteristicii motorului eolian. In acest caz, este posibilă o oarecare reducere a producerii de energie.

3. Cele mai favorabile condiții pentru lucrul în paralel cu rețeaua de forță atât în ceea ce privește stabilitatea, cât și suprasarcinile urmărite, vor fi obținute prin realizarea complexului de măsuri de luat — executarea paletelor după o anumită formă, alegerea pe caracteristica motorului eolian a unei anumite verticale pentru regimul de lucru, alegerea valorii corespunzătoare a unghiului δn în regim nominal.

Anexa 1.

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{M_c\, p}{J}\,\frac{D^2 p^2}{4 J^2}}} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{M_c\, p}{J}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{p D^2}{4 M_c J}}} = \frac{T_0}{\sqrt{1-\alpha^2}}$$

unde

$$\alpha = \frac{D}{2}\sqrt{\frac{p}{M_c J}}$$

considerând amestecul asincron de amortizare funcție liniară față de alunecare, se poate scrie:

$$D = \frac{1}{p\,\Omega c} \cdot \frac{M_n}{S_n}$$

unde Ωc vitesa unghiulară asincronă (spațială) Mn și Sn — momentul nominal și alunecarea corespunzătoare, la care momentul asincron de amortizare este egal cu acel nominal Sn și poate fi considerat dat. Momentul sincron specific.

$$M_c = \frac{m}{\Omega} UI_k \cos \vartheta = M_n\, k\, \frac{\cos \vartheta}{\cos \varphi}$$

unde

$$k = \frac{I_k}{I_k}$$

atunci

$$\alpha = \frac{M_n}{2\,p\,\Omega_c S_n} \sqrt{\frac{p \cos \varphi}{JM_n \cos \vartheta}} - \frac{30}{\pi_n S_n} \sqrt{\frac{M_n \cos \varphi}{Jpk \cos \vartheta}}$$

Anexa 2. Pentru generatorul sincron SG — 25/6 momentul electromagnetic total al generatorului în regim nominal, considerând randamentul electric $h_3 = 0{,}93$ este $M_n = 20\,9$ kgm. Momentul de inerție al rotorului GL² = 4,2 kgm². Momentul arătat al roții de vânt D-18 plecând dela greutatea cunoscută G-3 și Masa de inerție $r = 0{,}48$ va fi egală cu $(GD^2)' = 394{,}5$ kgm² $n = 19{,}5°$ electrice, $k = 1{,}345$ Atunci

$$\alpha = 0.0626,\ To = 2,07\ s\ T = 2{,}075\ s,$$

N O T E

CONSIDERAȚII ASUPRA CERCETĂRILOR DIN DOMENIUL DESCĂRCĂRILOR ELECTRICE ÎN GAZE

Persoane care nu au avut prilejul să cunoască în adâncime problema descărcărilor electrice în gaze, au afirmat că acest domeniu nu prezintă niciun interes aplicativ și deci astfel de cercetări nu pot fi folositoare planului de stat.

O astfel de afirmațiune nu corespunde însă realității. Dar înainte de a se arăta acest lucru este necesar să se observe că acestui ansamblu de fenomene cunoscute sub numele de descărcări electrice, ar trebui să i se dea un nume mai adecuat și anume, *fenomene electrice în gaze și în vid*, căci ori cine lucrează în domeniul descărcărilor electrice în gaze trebue să cunoască bine tehnica vidului și fenomenele electrice în vid. Fără cunoștințe teoretice și practice în acest domeniu nu va putea cerceta problemele respective în gaze.

Cercetările asupra fenomenelor electrice și în special asupra fenomenelor electrice în gaze și în vid, au adus încă de mult științelor fizice servicii din cele mai importante, permițând să se construiască bazele fizicei moderne. Este destul să se arate că spectroscopia modernă este un rezultat al cercetărilor din acest domeniu. Descoperirea izotopilor care a deschis drumul fizicei nucleare moderne se datorește în mare măsură cercetărilor din domeniul descărcărilor electrice în gaze (spectrograful de masă), apoi tuburile electronice de tot felul și numeroasele și foarte importantele aplicații ale acestor tuburi (oscilografe, tuburi de televiziune, lămpi de radio, etc), au putut fi realizate numai pe baza cercetărilor ce s'au făcut în acest domeniu.

Se vede, deci, câte din realizările tehnicei moderne au la bază rezultatele cercetării fenomenelor electrice în vid și în gaze. De altfel și în prezent astfel de cercetări au o foarte mare importanță pentru desvoltarea fizicei moderne și a multor aplicații ale fizicei în tehnică și industrie și importanța lor rezultă și din răspândirea mare a acestor cercetări în Uniunea Sovietică.

Astfel acum trei ani a apărut la Moscova o nouă ediție a cărții lui *N. A. Capțov* cu titlul « Fenomenele electrice în gaze și în vid », care tratează materia, denumită la noi după cum s'a arătat în mod inadecuat, « Descărcări electrice în gaze ». Acest volum de peste 800 pagini, care a fost editat de Editura de Stat din U. R. S. S. , într'un tiraj de 10000 exemplare s'a epuizat imediat după apariția sa.

Examinând prefețele diferitelor ediții ale acestei importante lucrări, se constată că în prefața primei ediții din anul 1932 al acestui volum, prof. *Capțov* spune: « Fenomenele electrice în gaze la presiuni reduse, găsesc astăzi aplicații într'o serie întreagă de dispozitive și aparate, extrem de importante după valoarea pe care o au pentru desvoltarea energeticei și a diferitelor feluri de telecomunicații sau după răspândirea extrem de largă pe care aceste dispozitive o capătă, sau vor trebui să o capete în viitorul apropiat în U. R. S. S. ».

« Din primul grup fac parte: redresorii, ondulorii și supapele de mare intensitate (tiratroni), ce joacă un mare rol, în problemele de transmisia și utilizarea rațională a energiei electrice; apoi lămpile pentru televiziune și fotoelementele atât de importante pentru problemele telecomunicațiilor; diferite aparate de semnalizare și siguranțe, etc.

« Din grupul al doilea fac parte sursele moderne și puternice de lumină cu un mare randament. Economia ce se poate obține în viitorul apropiat prin substituirea de către acestea a unor surse de lumină actuale, se socotește pentru întreaga Uniune Sovietică la mai multe milioane de ruble anual» (Capțov, Op. cit. p. 13).

Tot în aceeași prefață se constată că prof. Capțov, din anul 1929, a ținut cursuri de fenomene electrice în gaze la Universitatea de Stat și la Institutul Energetic din Moscova.

In prefața la ediția doua, apărută în anul 1937, prof. Capțov spune: « Dela apariția primei ediții studiile despre descărcările electrice în gaze și electronică au căpătat o puternică desvoltare. S'a lărgit și domeniul aplicațiilor practice ale acestei discipline ». (Capțov, op. cit. p. 12).

In prefața ediției a III-a care a apărut în 1947 prof. Capțov mai arată între altele că « în comparație cu ediția precedentă sunt considerabil lărgite și mărite ca număr capitolele dedicate electronicei și descărcărilor, nu numai în gaze rărite ci și în gaze la presiuni înalte și supra înalte ».

Intr'o recenzie a acestui volum se spune : «după volum și expunere, cartea este destinată cercetărilor tehnice și de laborator din acele domenii industriale în care trebue să se lucreze cu fenomene electrice în gaze și în vid, în particular din industria aparatelor electrice în vid; apoi cercetătorilor din industrie și laboratoare de cercetări științifice și studenților anilor superiori dela Institutele Tehnice Superioare, dela Universități și dela alte Institute de Invățământ Superior. ». (Capțov, op. cit. p. 2).

Acest volum este admis de Ministerul Invățământului Superior din U.R.S.S. ca un curs pentru Universități și Institute Tehnice Superioare. (Capțov, op. cit. p. 1).

Tot în această lucrare prof. Capțov arată că aplicațiile mai importante ale fenomenelor electrice în gaze și în vid, în diferite domenii sunt următoarele:

1. *Reacții chimice în descărcări în gaze* (Cap. 22, p. 631 și urm.).

a) Obținerea moleculelor din atomii gazelor inerte: He, Ne, He, Hg etc. deci reacții noi, ceeace formează o problemă actuală;

b) Crackingul și Sinteza, de exemplu la metan, obținerea acetilenei, baza a unei întregi industrii chimice de sinteză, din etan obținându-se etilenă, acetilenă și uleiuri grele. Apoi cracarea în arc a benzinei, obținându-se o benzină cu calități tehnice superioare;

c) Ozonul, care servește la prepararea unor substanțe ca: vanilina, camforul artificial apoi cetone și acizi grași necesari pentru fabricarea săpunurilor, precum și la desinfectarea și desodorizarea aerului prin tuburile de descărcare numite « ozonizatori Siemens ».

d) Fixarea azotului prin arc;

e) Formarea amoniacului din amestecul $H_2 + N_2$ în descărcarea în tuburile Geissler, obținându-se un randament de 98% în producerea amoniacului.

« Utilizarea descărcărilor electrice în gaze pentru reacții chimice stă în fața noastră ca un document foarte promițător în viitoarea tehnică ».

2. *Aplicațiile descărcărilor electrice și a electronicei în tehnică* (Cap. 23, p. 64).

a) Modularea curentului electric într'un circuit cu ajutorul descărcărilor electrice;

b) tuburi electronice (oscilograf, iconoscop, cinescop, klistron, etc.);

c) betatroane și ciclotroane;

d) Spectrografe de masă;

e) Incălziri mari în volumue mici (de ex. arcul voltaic pentru sudura, topirea și tăierea metalelor);

f) Descărcări electrice ca isvoare de lumină;

g) Excitarea razelor X la anticatod;

h) Fosforescența prin ciocniri electronice;

i) Purificarea gazelor pe cale electrică;

k) Electrosepararea substanțelor.

La cele expuse mai sus trebue să se mai adauge că în planul de învățământ al facultăților de matematici și fizică din U.R.S.S., tipărit în « Gazeta de Matematică și Fizică » vol. II, Nr. 6 din Noemvrie 1950 p. 35 și următoarele, studiul fenomenelor electrice în gaze este trecut ca un curs obligator pentru anumite specializări.

După cum se vede, fenomenele electrice în gaze și în vid au condus la numeroase aplicații în diferite domenii ale tehnicei și sunt de o mare importanță pentru diferite probleme din Planul de electrificare a țării.

Lucrând în acest domeniu, fizicienii pot contribui la rezolvarea unor probleme din Planul de Stat ca de exemplu: fabricarea lămpilor de radio, a aparatelor electronice pentru automatizarea proceselor de producție, construirea surselor noi de lumină, a lămpilor redresoare, etc.

Este nevoe deci, de multe cadre pregătite în acest domeniu.

Ultima informație primită arată că în 1950 a apărut încă o ediție a cărții lui Capțov « Fenomene electrice în gaze și în vid » în 8000 exemplare (deci în ultimii trei ani s'au tipărit în total 18000 exemplare) ceea ce arată marea importanță ce se atribue acestui capitol al fizicei moderne în Uniunea Sovietică.

Acad. prof. E. Bădărău

CONDENSATORI MODERNI

Desvoltarea luată în ultimul timp de electrotehnică a adus după sine și desvoltarea condensatorilor întrebuințați în radio și electrotehnică.

Satisfacerea nevoilor mereu crescânde de îmbunătățire a calității condensatorilor în ce privește perfecționarea caracteristicelor electrice, reducerea volumului și greutăților precum și mărirea siguranței de funcționare au fost în mare măsură realizate prin utilizarea, în fabricația condensatorilor, a noilor materiale din rășini sintetice. Unul din acestea este Polistirenul, un material sintetic foarte ușor de prelucrat în piese oricât de complicate, prin presiunea la cald.

Polistirenul are o constantă dielectrică ridicată și o tangentă de pierdere de 0,0002, foarte apropiată de aceea a micei, permițând astfel fabricarea de condensatori cu pierderi foarte reduse.

Fabricarea condensatorilor cu dielectric de Polistiren este asemănătoare cu aceea a condensatorilor cu dielectric de hârtie. Pentru aceasta, una sau mai multe benzi de Polistiren, tras în foi subțiri, se rulează împreună cu două benzi exterioare, metalice, care formează armăturile.

Condensatorii se țin după rulare câteva ore la o temperatură de 90°C, spre a se obține a omogenizare a benzilor de dielectric care după acest tratament devin un bloc compact. Marginile ruloului se închid prin înmuierea benzilor la această temperatură, închizând blocul și evitând astfel pătrunderea umidității. Legăturile exterioare cu armăturile se fac printr'un număr suficient de benzi de metal scoase în afară la extremități. Pentru mărirea tensiunii de străpungere, benzile de Polistiren se impregnează cu uleiuri izolatoare speciale.

Inafară de întrebuințările obișnuite în circuite de înaltă frecvență, condensatorii cu dielectric de Polistiren mai au o aplicațiune interesantă în medicină.

Datorită rezistenței lor mare de izolație, se pot construi condensatori cu o constantă de timp de ordinul a câteva sute de ore. Cu ajutorul acestora se construiesc aparate pentru măsurat cantitatea de radiații la care este expus personalul —medici și surori—care deservesc instalațiile Röntgen.

In timpul ultimului război mondial s'a pus la punct condensatorul cu hârtie metalizată, care prezintă față de condensatorii obișnuiți cu hârtie și foile de metal, avantaje foarte importante. Inafară de faptul că volumul condensatorului cu hârtie metalizată se reduce la un sfert dar ca și la condensatorii electrolitici cu lichid, ei se regenerează la fiecare străpungere.

Această siguranță de funcționare de 100% îi fac să fie indispensabili la dispozitive de deparazitare radiofonică, instalații pe avioane, etc.

Această proprietate remarcabilă e datorită faptului că în jurul punctului de străpungere filmul metalic extrem de subțire arde, împiedecând astfel o legătură galvanică între cele două armături cum se întâmplă la condensatorii obișnuiți.

Condensatorul cu hârtia metalizată, cu toate că aceasta pare paradoxal, devine din ce în ce mai bun cu fiecare străpungere. Inafară de scăderile de capacitate care sunt neglijabile, rezistența sa de izolație crește, deoarece străpungerile succesive se produc în punctele de minimă rezistență care sunt astfel eliminate progresiv.

Trecând un cui printr'un astfel de condensator și aplicând o tensiune suficientă, locurile perforate se regenerează prin arderea filmului metalic iar condensatorul este mai departe bun de întrebuințare.

Procedeul de fabricație al condensatorilor cu hârtie metalizată este următorul :

Benzile de hârtie, în grosime de 7-10 microni, sunt acoperite pe o față cu un strat de lac gros de 1—3 microni spre a se umple porii hârtiei și a se mări tensiunea de străpungere a condensatorului. Apoi se vaporizează un film de zinc în grosime de aproximativ 0,1 micron, operație care se efectuează într'un vid de 0,1 mm presiune de coloană de mercur. Procedeul este foarte delicat și cere ca hârtia să fie în acelaș timp răcită pentru ca vaporii de zinc să se condenseze pe partea dorită. Viteza de trecere a benzii de zinc este de câțiva metri pe secundă. Condensatorul se înfășoară pe un ax rotund, iar după rulare se presează plat, după care se face racordarea cu legăturile exterioare prin metalizare. Impregnarea se face cu parafină după o prealabilă uscare la 100 — 100° și un vid de 1 - 0,1 mm presiune de coloană de mercur. După aceste operațiuni, condensatorii sunt supuși automat la descărcări electrice dintr'o baterie de condensatori spre a se elimina eventualele scurtcircuite între armături. Apoi se lipesc firele de legătură și se montează în cutii.

Un alt tip de condensatori care sunt încă în faza cercetărilor de laborator sunt condensatorii cu strat de oxid, destinați a înlocui condensatorii cu mică pentru funcționare la temperaturi ridicate.

Aceștia sunt de fapt condensatorii electrolitici al căror dielectric este format dintr'un strat de oxid de aluminiu într'o soluție de acid boric și oxalic. Față de condensatorii electrolitici obișnuiți, deosebirea constă în faptul că nu se întrebuințează separatori și nici electroliți de lucru. După obținerea stratului de oxid, în vederea reducerii pierderilor în dielectric, anoda se încălzește în vid spre a se elimina resturile de apă, după care se acoperă cu un strat izolator rezistent la căldură.

In concluzie, se poate afirma că pe baza actualelor posibilități tehnice avem azi posibilitatea de a construi noi tipuri de condensatori care pentru fiecare scop să dea performanțe maxime.

In cadrul Planului de Electrificare al R.P.R., tehnicienii noștri sunt preocupați de problema realizării condensatorilor cu hârtia metalizată, care vor fi utilizați la construcția aparatelor de radio-recepție precum și la îmbunătățirea factorului de putere în rețelele electrice.

Aurel Davidescu

OBSERVAȚIUNI PRIVIND CALCULUL SECȚIUNII LA O LINIE DE TRANSPORT DE ENERGIE ELECTRICĂ

Transportul de energie la distanță este astăzi posibil datorită perfecționărilor ce au fost aduse în fabricarea izolatorilor și conductorilor. In ce privește alegerea izolației la o linie de transport, aceasta se face pe bază de criterii bine stabilite, atât în ce privește gradul de izolație în raport cu tensiunea de serviciu cât și calitatea materialului ce constitue izolatorul.

Tensiunea minimă de conturnare a izolatorilor care se determină sub ploaie, este fixată de prescripțiunile 0,111 și 0,446, la o intensitate a ploii de 3 mm/min.

$$U = 1{,}1\ (2{,}2\ U + 20)\ \text{kV sau}\ U = 1{,}1\ (2\ U + 10)\ \text{kV.}$$

după gradul de siguranță ales de constructor.

Standardul GOST 1232—41 prin care se fixează forma și dimensiunile izolatorilor, fixează tensiunile de conturnare ale izolatorilor rupți, la o ploaie de intensitate de 5 mm/min prin următoarele valori:

U_{cont}	6	10	20	35	
U_{cont}	25	33	52	80	pt. izolatori montați pe stâlpi de lemn.
U_{cont}	33	52	80	—	pt. izolatori montați pe suporți puși la pământ.

Cele două serii de valori nu pot fi comparate din cauză că intensitatea ploii diferă.

Materialul constituant al izolatorilor (porțelanul sau steatita) trebue să corespundă la circa 27 încercări electrice, termice și mecanice.

Conductorii liniei de transport se prezintă mai ales sub formă de funie de cupru, de aluminiu cu inimă de oțel, de aldrey și mai rar sub forma de conductori tubulari de cupru.

In cele ce urmează vom încerca să stabilim o relație simplă pentru calculul conductorilor unei linii de transport de energie, ținând seama de criterii economice.

La întocmirea unui proiect de transport de energie trebue făcut în prealabil un calcul preliminar, pentru a determina tensiunea și secțiunea conductorilor. Determinarea tensiunei se face pe bază de criterii tehnice și economice. Numai un calcul economic amănunțit, cuprinzând ansamblul instalațiilor, (stații de transformare, linie, compensator de fază, etc.) ne poate indica tensiunea cea mai potrivită pentru a alimenta o regiune cu puterea cerută.

Odată tensiunea de transport fixată, elementul următor ce trebue determinat este secțiunea conductorilor. Literatura ne pune la dispoziție pentru calculul secțiunei, următoarea relație (pentru o linie trifazică):

$$s = \rho \frac{100\, LP}{a\, U^2 \cos^2 \varphi}$$

cu următoarele notații:

s = secțiunea unui conductor mm²; ρ = rezistivitatea materialului; L = lungimea simplă a liniei km; U = tensiunea compusă kV; $\cos\varphi$ = factorul de putere; a = pierderea procentuală de energie și P = puterea activă transportată.

Dar această relațiune este valabilă numai când, în raport cu timpul puterea transportată pe linie este constantă. Insă în majoritatra situațiunilor practice, puterea care se transportă este variabilă în timp, urmând cunoscuta diagramă a cererii de putere.

Fig. 1 reprezintă o astfel de diagramă, pe care se observă că, în timpul orelor de seară, puterea care se transportă pe linie este aproape de două ori mai mare decât în timpul zilei și aproape de 4 ori mai mare decât în timpul nopții. Această diagramă este luată pentru ziua cu vârful de putere cel mai mare dintr'un an. Fig. 2 reprezintă cum variază puterile maxime zilnice în timpul unui an.

Rezultă deci că, pentru a determina secțiunea conductorilor trebue să ținem seamă că pierderile în linie sunt variabile în timp, din cauza variației puterii. Ca

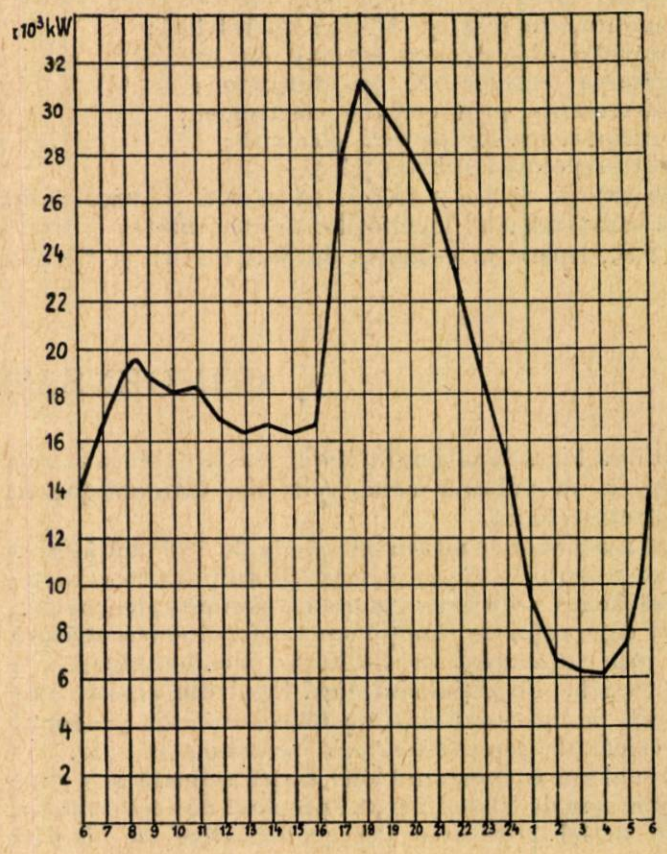


Fig. 1.

element final ne interesează numai totalul energiei pierdute într'un an, independent de mărimea pierderilor la un moment dat.

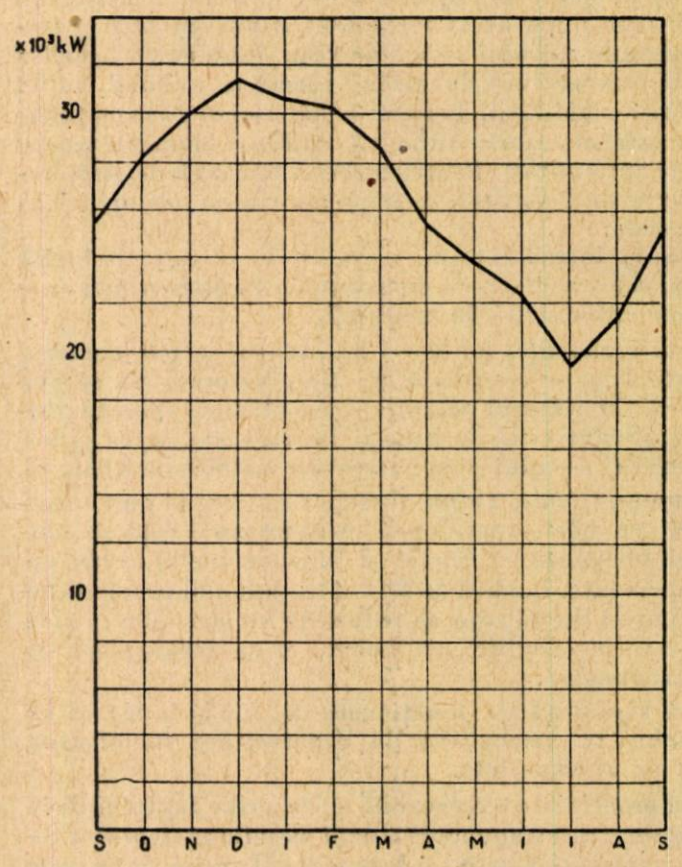


Fig. 2.

Pentru a găsi o relaţiune corespunzătoare situaţiei expuse (puterea nu este constantă într'o perioadă), vom preciza noţiunea de putere echivalentă, arătând în continuare modul de calculaţie al acestei puteri.

Facem următoarele notaţii:

$$P = f(t) \tag{1}$$

reprezintă puterea variabilă în funcţie de timp;

$$P_m = \frac{1}{T}\int_0^T P dt \tag{2}$$

defineşte valoarea puterii medii;

$$P_e^2 = \frac{1}{T}\int_0^T P^2 dt \tag{3}$$

defineşte valoarea puterii echivalente.

Rezultă deci că puterea echivalentă este o putere constantă care produce în perioada T aceeaş pierdere de energie ca şi puterea variabilă.

$$P_M = \eta P_m \; ; \tag{4}$$

P_M fiind puterea maximă.

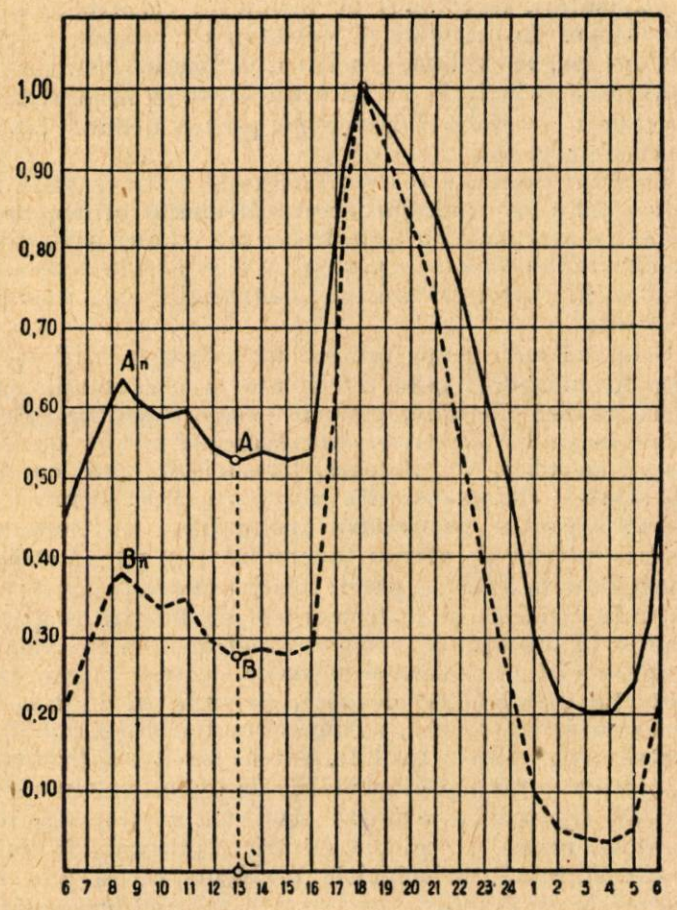


Fig. 3.

In diagrama (fig. 3) care reprezintă curba puterii într'o zi, se reprezintăcurba (P/P_M) la scara la care P_M este *unitatea*. Fie deci A^n (fig. 3) curba care reprezintă

$$\frac{P}{P_M} = f(t).$$

Pe aceeaş diagramă să trasăm şi curba B_n definită ca

$$\left(\frac{P}{P_M}\right)^2 = f(t)\,; \text{ adică } BC = AC^2.$$

Relaţiunile (2) şi (3) se mai pot scrie:

$$\frac{P_m}{P_M} = \frac{1}{T}\int_0^T \frac{P}{P_m} dt \quad \text{şi} \tag{5}$$

$$\frac{P_e^2}{P_M} = \frac{1}{T}\int_0^T \left(\frac{P}{P_M}\right)^2 dt \tag{6}$$

Deci, relaţiunile (5), (6) reprezintă respectiv aria de sub curba A şi aria de sub curba B_n. Raportul ecuaţiilor (5) şi (6) ne dă:

$$\left(\frac{P_m}{P_M}\right)\cdot\left(\frac{P_M}{P_e}\right)^2 = \frac{\int_0^T \frac{P}{P_M} dt}{\int_0^T \left(\frac{P}{P_M}\right) dt} = \eta \tag{7}$$

Prin urmare, raportul celor două arii este factorul η_e. Pentru diagrama din fig. 3 $\eta_e = 1{,}525$ şi reprezintă o situaţiune extremă, deoarece s'a considerat ziua cu vârful cel mai mare dintr'un an. Din relaţiunea (7) ţinând seama de relaţiunea (4) rezultă că:

$$P_e = P_m \sqrt{\frac{\eta}{\eta_e}} \tag{8}$$

Cu aceste elemente stabilite se poate trece la calculul secţiunei. Definim curentul echivalent curentul corespunzător puterii echivalente. El este dat de relaţia

$$I_e = \frac{P_e}{\sqrt{3}\; U \cos\varphi} \tag{9}$$

Energia pierdută în perioada T o exprimăm în funcţie de curentul echivalent, spunând că energia pierdută în această perioadă, practic un an, este o parte din energia transportată pe linie:

$$3\, R I_e^2\, T = \frac{a}{100} E \tag{10}$$

în care:

R = rezistenţa unui conductor dintr'o linie trifazică

a = pierdere procentuală de energie

E = energia transportată într'o perioadă (un an) pe linia trifazică.

Impărţind relaţiunea (10) cu T obţinem:

$$3\, R I_e^2 = \frac{a}{100} P_m \tag{11}$$

Eliminând pe I din relaţiunea (11) se obţine:

$$\frac{R P e^2}{U^2 \cos^2\varphi} = \frac{a}{100} P_m \tag{12}$$

Inlocuind în (12) valoarea lui R cu $\rho \frac{l}{s}$ şi ţinând seama de relaţiunile (8) şi (4) se obţine valoarea secţiunii:

$$\boxed{s = \rho \frac{100\, L P}{\eta_e\, a\, U^2 \cos^2\varphi}} \tag{13}$$

Se observă deci că secţiunea conductorilor unei linii trifazice se determină în funcţie de puterea maximă P_M cu condiţia să se cunoască valoarea lui η_e. Secţiunea astfel obţinută trebue verificată la încălzire şi la efectul Corona.

Relaţiunea (13) permite să se calculeze în cazul unui proiect secţiunea economică, sau în cazul unei linii existente se poate determina capacitatea de transport a liniei în condiţiuni de funcţionare cunoscută (cunoscându-se η_e) şi limite economice prescrise (cunoscându-se pierderea procentuală de energie). Pentru calcularea valorii factorului η_e la o linie existentă se consideră cele 12 diagrame ale zilelor medii lunare dintr'un an şi se consideră unitatea puterea maximă ce rezultă din aceste douăsprezece diagrame, Pentru o proiectare de linie, factorul η_e se ia din date statistice. Valoarea minimă a lui η_e este 1, acest factor fiind în general supraunitar. Valoarea 1 pentru η_e se atinge în cazul când linia transportă o putere constantă în timpul unei perioade şi acesta este cazul liniei care transportă energia produsă de o uzină de bază.

Exemple pentru utilizarea relației (13)

1. *Puterea maximă transportabilă.* — în limite economice — pe o linie trifazică, cu conductori de cupru 3×50 mm², cunoscându-se:

$U = 60$kV; $a = 7\%$; $\eta_e = 1{,}2$; $\cos\varphi = 0{,}8$; $L = 60$ km

Rezultă aplicând relația (13):

$$P_M = \frac{s\,\eta_e\,a\,U^2\cos^2\varphi}{100\,\rho\,l} = \frac{50 \times 1{,}2 \times 7 \times 60^2 \times 0{,}8^2}{100 \times \frac{1}{56} \times 60} = 9030\text{kW}$$

2. *Secțiunea unei linii de transport trifazice,* cu conductori de oțel aluminiu pe care se transportă $P_M = 16.000$ kW, cunoscându-se:

$U = 110$ kV; $a = 8\%$; $\eta_e = 1{,}2$; $\cos\varphi = 0{,}8$; $L = 160$ km.

Rezultă aplicând relația (13):

$$S = \frac{100 \times 160 \times 16.000}{34{,}8 \times 1{,}2 \times 8 \times 110^2 \times 0{,}8^2} = 99 \text{ mm}^2.$$

Secțiunea normalizată este de 95 mm².

3. Relațiunea (13) servește și la stabilirea pierderilor pe o linie de transport într'un calcul economic general, în vederea alegerii tensiunii potrivite.

Ing. Gh. Hortopan.

R E C E N Z I I

GUNDENBALK V. V, KAETANOVICI M. M., RABINOVICI D. V., RAPUTOV I. I., ȘMELEV M. N.: *Construcția liniilor de transport de energie electrică.* (Gosenergoizdat 1950, 523 p.).

Cartea tratează complet toate problemele legate de construcția liniilor de transport de energie electrică, conținând probleme de organizare a șantierului, organizarea lucrărilor legate de construcția de linii, descrierea elementelor liniilor de transport, a mijloacelor de transport pe șantier, a construcțiilor auxiliare. Cartea cuprinde mersul operațiilor pe teren: topometrice, trasări, nivelmente, sondaje etc. necesare întocmirii proiectului; problema proiectării liniilor nu este tratată.

In prima parte se clasifică liniile de transport după tipuri, descrierea elementelor constitutive ale liniilor și un capitol, cu norme tehnice, rezistențe, deschideri și gabarite.

In partea II-a se dau elemente de proiectare, profilul pozițiilor stâlpilor, tipul stâlpilor și al fundațiilor, montarea conductorilor, specificații de materiale, organizarea lucrărilor și indici tehnico-economici.

In partea III-a se dau date complete despre organizarea șantierelor de construcții de linii.

In partea IV-a și a V-a se studiază problema transportului pe șantiere cu autocamioane, tractoare, șenilete, respectiv mecanizarea lucrărilor.

Partea VI-a se ocupă cu lucrările auxiliare, pichetajul, marcarea culoarului, mutarea construcțiilor și a liniilor învecinate.

In partea VII-a se descriu lucrările legate de fundațiile stâlpilor.

In părțile VIII și IX sunt tratați stâlpii metalici și de lemn, pregătirea, asamblarea, fabricația, montarea, și metodele lor de conservare.

Partea X-a tratează calculul eforturilor, care intervin la ridicarea suporților, calculul caprelor de ridicat și altele.

Partea XI-a este consacrată montării conductorilor și firelor de pământ, a izolatorilor de porțelan pentru linii, a armăturilor, înădirea conductorilor, formarea lanțurilor de izolatori, ridicarea conductorilor pe stâlpii de susținere, fixarea și montarea lor la traversări.

Deasemenea montarea paratonerilor tubulari cu acțiunea repetată, precum și date despre punerea la pământ a stâlpilor, măsurarea rezistenței și diverse dispozitive.

Ultima parte se ocupă cu darea în exploatare a liniei.

Anexele cuprind datele caracteristice ale unor elemente din construcția liniilor electrice, liste de scule folosite în construcția liniilor și formulare de evidență.

Cartea este utilă constructorilor de linii precum și proiectanților cuprinzând date și cunoștiințe practice, ce lipsesc din tratatele teoretice.

MINISTERUL ENERGIEI ELECTRICE: « *Memento pentru electricieni* ». (Editura Tehnică 1951, 528 p., 69 fig, 11 planșe).

Lucrarea: « Memento pentru Electricieni » cuprinde într'un singur volum, toate elementele principale necesare muncitorilor, tehnicienilor și inginerilor în domeniul producerii, transportului și distribuției energiei electrice.

Ea pune la îndemâna personalului din întreprinderile regionale de electricitate și în general electrotehnicienilor, datele necesare referitoare la lucrările și materialele folosite. Cei care lucrează în domeniul electrotehnicei, în exploatări, întreținere de instalații, construcții noi, laboratoare de încercări și proiectări de lucrări, găsesc într'un singur volum, coeficienții, caracteristicile și elementele principale ce le sunt necesare fiind scutiți astfel de a cerceta zeci de volume, pentru a căuta datele de care au nevoie.

Volumul cuprinde toate STAS-urile apărute până la data când a fost conceput acest « Memento pentru electricieni », precum și date din literatura tehnică sovietică, referitoare la problemele principale ce se pun în domeniul producerii, transportului și distribuției de energie electrică.

Urmează apoi grupe privind utilizarea energiei electrice în industrii: date referitoare la consumații specifice, sudură electrică, puterile necesare pentru antrenarea mașinilor electrice, ascensoare și mașini unelte, baterii electrice, ventilatoare, transmisiuni prin curele, (26 tabele). Iluminatul electric, cuprinzând: elementele necesare pentru proiectarea instalațiilor de iluminat electric interior și exterior. Acumulatori și pile electrice, cuprinzând, în 5 tabele, datele relative la aceste instalații. Măsurile electrice și instrumentele de măsură, cuprinzând în 15 subcapitole, concentrat, elementele privitoare la aparatajul de măsură și măsurile electrice în general. Protecția instalațiilor electrice, prezintă în 15 tabele, protecția alternatorilor, a transformatorilor, a rețelelor electrice, siguranțele fuzibile, datele privitoare la întrerupătorii automați și intensitățile de topire pentru unele fire de siguranță; urmează apoi un capitol despre: Formule, abace, și calcule electrice, practice, în care se concentrează, principalele probleme ce se pun în electrotehnica practică, privitoare la calculul tensiunilor, căderile de tensiune, secțiunile conductorilor, calculul puterii active și reactive, îmbunătățirea factorului de putere, izolamentul instalațiilor, încălzirea instalațiilor electrice și pierderile în rețelele electrice.

Datele practice generale electrotehnice, în care se concentrează în 13 subcapitole elementele cu caracter general din electrotehnică, privitoare la rezistențe, încărcări în instalații, cupluri termoelectrice, lungimi de undă, frecvențe, căderi de tensiune, sunt apoi urmate de reguli de lucru, care cuprind în 25 tabele principale învățăminte și reguli de lucru în rețele electrice subterane, precum și întreținerea rețelelor aeriene.

Din vastul material al electrotehnicei, această lucrare prezintă desigur elementele principale și unii practicieni vor mai găsi în ea și lipsuri, care ar urma să fie completate la eventualele ediții viitoare. Astfel, una din lipsuri este aceea, că volumul nu cuprinde simbolii folosiți în electrotehnică. Mai sunt și lipsuri de ordonare a materialului, care fiind concentrat în 349 tabele și 109 subcapitole nu au fost numerotate; unele elemente ar trebui trecute dintr'un capitol într'altul, operațiune care deasemenea va trebui să fie făcută odată cu com-

pletarea materialului la o ediție viitoare. Lipsurile tehnice au fost reparate prin «erata» volumului, dar este absolut necesar, ca cititorii să facă în primul rând corectarea după erată dela sfârșitul cărții, pentrucă un asemenea volum, cuprinzând multe tabele cu valori numerice, odată intrat în uzul unui practician, trebue să prezinte o garanție de preciziune din punctul de vedere al cifrelor.

DERSCHWARTZ G. V.: *Eforturi dinamice în metalul topit din cuptoarele de inducție.* (Electricestvo, Dec. 1950, p. 33—36).

In masa lichidă a metalului topit într'un cuptor de inducție se ivesc eforturi electrodinamice ca în orice conductor parcurs de curent. Aceste eforturi joacă aci un rol deosebit de important, deoarece de ele depind în bună parte circulația înlăuntrul metalului și repartiția căldurii generale. Pentru determinarea acestor eforturi se desvoltă relații stabilind în general condițiile electrodinamice în conductori lichizi și în special presiunile în baia de metal și înălțimea meniscului de lichid. Formulele generale se simplifică apoi în cazul special al curentului alternativ.

DOLGHINOV A. I.: *Supratensiunea atmosferică în linii electrice de transport și calculul efectului de protecție a firelor de pământ.* (Electricestvo, Dec. 1950, p., 6—14).

Noile cercetări despre fenomenul fulgerului și a proceselor ondulatorii provocate de acesta în liniile electrice de transport, aduc o serie de îmbunătățiri și completări la metodele pentru calculul protecției liniilor față de supratensiuni atmosferice. Mecanismul fenomenului fizic al descărcării atmosferice (cu diferitele zone de ionizării și de conductibilitate, cu canale de descărcare de anumite categori) indică bazele pentru întocmirea unei scheme de calcul echivalente, în care canalul fulgerului este înlocuit cu o reactanță. Cercetarea analitică pe baza acestei scheme a efectelor electromagnetice ale descărcării atmosferice, precum și a repartiției câmpurilor și a efectului corona, arată rolul firului de pământ și indică unele schimbări, care trebue aduse la folosirea unor coeficienți în aceste calcule. Se determină, apoi, în aceste condiții de supratensiuni și ținând seama de prezența firului de pământ, tensiunea periculoasă pentru izolația liniei și anume între conductori și corpul suportului. Expunerea teoretică este exemplificată în cazul unei linii de 110 kV pe stâlpi metalici cu două fire de pământ. In două anexe se dau unele desvoltări matematice pentru ecuații și diagrame folosite în expunere.

KARASEV V. A.: *Aparate pentru aprinderea și alimentarea lămpilor cu luminiscență.* (Electricestvo, Dec. 1950, p., 50—54).

După considerații generale asupra condițiilor de exploatare a lămpilor cu luminiscență și după scoaterea în evidență a neajunsurilor aparatelor uzuale necesare pentru pornirea acestor lămpi, se descriu două noi aparataje, care obțin tensiunea inițială de aprindere, fără a recurge la relee cu neon și contacte bimetalice. O categorie de astfel de dispozitive se compune dintr'un autotransformator cu mai multe înfășurări așezate pe doi sâmburi: (unul pentru înfășurările primare, altul pentru cele secundare), circuitul magnetic fiind prevăzut cu un întrefier reglabil. Altă categorie de aparataje realizează tensiunea inițială de aprindere și tensiunea necesară pentru incandescența filamentului printr'o combinație de capacități și inductivități montate în serie, ultimele fiind iarăși înfășurate pe un circuit magnetic cu întrefier regalabil. Greutatea și prețul noilor dispozitive sunt mult mai ridicate ca cele ale aparatelor uzuale (cu inductanțe separate, contactor bimetalic), ele sunt totuși recomandabile având în vedere că au o durată de viață mai mare și duc la condiții de exploatare mai bune.

REVISTA CARȚILOR ȘI REVISTELOR

CĂRȚI

In Editura Tehnică au apărut următoarele cărți:

Prof. M. A. Mostcov, Principiile proiectării hidroenergetice, trad. din l. rusă, 408 pagini, 360 lei, (1951);
Ing. V. G. Vostroknutov, Contoare electrice și exploatarea lor, trad. din l. rusă, 260 pagini, 360 lei (1951);
M. E. E., Transportul, distribuția și utilizarea energiei electrice, 500 pagini, 500 lei, (1951);
Prof. B. V. Poliacov, Calcule hidrologice la proiectarea instalațiilor pe râuri cu bazine mici, trad. din l. rusă, 334 pagini, 320 lei, (1951);
V. I. Weitz, M. E. E., Progresul tehnic al energeticei în U.R.S.S., trad. din l. rusă, 64 pagini, 15 lei, (1951);
M. E. E., Indreptar pentru electrificarea satelor, 96 pagini, 30 lei, (1951);
« Hidraulica teoretică și aplicată, 376 pagini, 600 lei (1951);
F. T. Smirnov, Fabricarea sculelor de aschiere prin încărcarea cu arc electric, trad. din l. rusă, 120 pag., 120 lei, (1950);
M. E. E., Manual pentru electricieni, 384 pagini, 250 lei, (1950);
« Memento pentru electricieni, 528 pagini, 450 lei, (1951);
« Agenda electricianului, 152 pagini, 60 lei, (1951);
« Regulile amenajării instalațiilor electrotehnice 80 pagini, 100 lei, (1950);
A. S. T., Lexiconul Tehnic Român, vol. I, (A-C), 952 pagini, 3.000 lei, (1950);
« Lexiconul Tehnic Român, vol. II, (D-H), 986 pagini, 3.000 lei, (1950);
* Mic Dicționar Tehnic, 490 pagini, 300 lei, (1951);
* Dicționar Tehnic Ruso-Român, 452 pagini, 300 lei, (1951).

REVISTE

ELECTRICESTVO

Electricitate

Nr. 2, Februarie 1951

Gusev V. V.: Cu privire la procesele de trecere la rețele, cu treceri pe faze; *Aisenberg B. L.*: Despre construirea rațională a rețelelor urbane; *Zarin D. D.*: Cauzele atenuării automate a ionizării în cablurile pline cu gaze; *Cetcericova M. M.*: Oscilații în aparatele de descărcare cu gaze; *Gelbuh L. A.*: Analiza funcționării releului de inducție de dirijarea puterii cu motor cilindric, în cazul proceselor de trecere; *Kulacovski V. B.*: Controlul umidității izolației după metoda «capacitate-frecvență»; *Urusov I. D., Sur G. I.*: Despre construirea economică a unui hidrogenerator vertical de putere redusă; *Kasovski E. I.*: Procese de trecere în sistemele electrice care conțin mașini rotative de curent alternativ; *Stein N. I.*: Rezolvarea unor probleme marginale ale câmpului electromagnetic pe modele electrice cu două măsuri; *Dunaevschi S. I.*: Influența curenților perturbatori asupra procesului de stabilizarea curentului (fluidului); *Teitlin L. A.*: Calculul inductivităților conductorilor prin metoda întregirii numerice; *Sarkin M. F.*: Despre cercetarea filtrelor de consecvență.

Din practica lucrărilor

Iosifov S. S.: Motor asincron scurtcircuitat cu tije de pornire intercalate; *Vilciur L. M.; Cazarian N. S.*: Despre utilizarea sistemului «doi conductori-pământ» în condiții miniere.

Din istoria electrotehnicei

Kamenețki M. A. — Alexeev N.M: Pionerul utilizării pământului drept conductor la transportul electro-energiei.

Standarde și norme

Iagunov B. A.: Despre principiile de bază pentru standardizarea notărilor convenționale grafice în schemele electrice.

Discuții

Nesterenco A. D., Cozlova A. P., Kateţkaia A. P.: Cu privire la articolele lui Karandeev *K. B.* «Despre clasificarea metodelor pentru măsurători electrice» și ale lui Sramkov F. G.; «Despre clasificarea aparatelor de măsură electrică»; *Kaialov G. M., Avilov - Carnauhov B. N.*: Cu privire la articolul lui Livșiț D. S. «Sarcini de calcul pentru rețelele electrice»; *Slavnin M. I., Racicovski N. N.*: Cu privire la articolul lui Dvoschin L. I. «Noua schemă de conexiuni pentru centrale electrice puternice».

Parcurgând revistele tehnice

Cercetarea stadiului inițial al descărcării în intervale foarte mici dintre electrozi; Principiul construirii aparatelor industriale pentru controlul și reglarea automată; Mecanism de transmisie electrică reglabil pentru mașinile rotative de tipografie.

Cronica

Mihail Andreevici Satelev: Cu prilejul aniversării de 85 ani dela naștere și de 60 ani de activitate științifică, pedagogică și obștească.

Bibliografie

Cartea lui Maznin A. N.; Netușila A. V. și Parini E. P.; Incălzirea dielectricilor și a semiconductorilor de înaltă frecvență; *Ukstin E. F.*: Cartea lui Grudneev I. I. și Miller B. F.; *Liubimov K. A., Vencingov N. I.:* Cablurile pentru telecomunicații; Cărți noi de electricitate, electrotehnică și electroenergetică.

Schimb de experiențe în construcție și montaj

Rivkin I. Z. Despre calitatea confecționării pieselor pentru agregate de cazane; *Abramsohn T. R.* Construirea canalelor din elemente prefabricate; *Lwov A. S.* Postament pentru încovoierea țevilor.

Schimb de experiență în exploatare

Kulomzin V. M.: Sistemul de ungere la morile cu bile de tipul 287/470 pentru măcinarea cărbunilor; *Sliahin P. N.:* Funcționarea turbinei fără lopeți de gradul al doilea; *Fuchs L. A.:* Tabela pentru determinarea vidului, în funcție de diferența presiunii barometrice și a presiunii în condensator *Reinman N. I.*. Rigiditatea neuniformă a rotorilor la generatoarele bipolare; *Rușcinskii V. M.:* Influența histerezisului la motoarele alimentatorilor cu praf asupra acordării regulatorului combustibil - aer; *M. B.:* Supape speciale pentru conductele de aer spre întrerupătoare; *Silonov N. I.:* Din experiența reparațiilor pe faze a liniilor de transport de forțe de 110 kv; *Musatov T. P., Iurovskii G. S.:* Experiență în confecționarea bobinelor pentru prize de pământ; *Zeţerov B. M.:* Ameliorarea bobinelor pentru prize de pământ; *Zeţerov B.-M.:* Ameliorarea schemelor substațiilor branșate «în lănțișor»; *Stronghin P. I.:* Utilizarea redresorului gazotronic pentru încercarea bateriilor de acumulatori.

Cronica

La direcția Tehnică a Ministerului

Utilizarea moliftului ca stâlp pentru liniile de transport de forță; Despre termenele pentru verificarea conexiunilor la substații; Despre termenele pentru verificarea izolatorului la substații; Despre introducerea modificărilor în «Culegerea de directive ale serviciului tehnic din Ministerul Centralelor electrice»; Consfătuirea colaboratorilor dela sistemele energetice și dela centralele electrice ale Direcțiunii Generale de Energetică din Sud, pentru schimb de experiență privind funcționarea fără avarii.

Necrolog: *S.* P. Mikulcic.

Economia energetică din străinătate

Kvirin I. I.: Lupta contra formării sgurei; *Iacub I. A.:* Experiențe în exploatarea condensatorilor, pentru ridicarea coeficientului puterii.

ELECTRICESKIE STANȚII

(Centrale electrice)

Nr. 2, Februarie 1951

Articolul de fond. Rezultatele lucrărilor executate de specialiști energetici în anul 1950 și problemele pe anul 1951; *Varicev V. A.:* Funcționarea supraîncălzirilor cu iradiere ale agregatelor de cazane pentru presiuni înalte; *Radosnski B. I.:* Clape basculante raționale în calea combustibilului și a cenușei; *Guliev M. A.*: Dispozitiv de sulfaj pentru cenușa cu lovituri pentru supraîncălzitoare de aburi și economisoare de apă; *Sehat S. A.:* Alegerea organului închizător la contorul consumului; *Kazunin A. I.*, *Iacobsohn G. I.:* Chestiunea industrializării construcțiilor de locuințe la centralele electrice ;*Inkelev L. F.*. Noile procedee termice de izolarea conductelor cu vată minerală. *Kalinina M. S.*. Umezirea izolației generatoarelor; *Karamzin A. P.:* Defectările izolatorilor pentru înaltă tensiune și măsuri pentru preîntâmpinarea lor; *Siromiatnicov I. A.:* Regimul de funcționare al rețelelor cu intensitatea redusă a curentului de punere la pământ; *Zeilidsohn E. D.:* Noile condiții pentru alegerea sensibilității protecției contra închiderii la pământ a generatorilor; *Domniceva E. N., Condacov A. V.:* Exploatarea rațională a uleiurilor energeticc; *Nebrat L. E., Iasbicov V. N.*; Chestiuni de securitate în cazul reparării pe faze a liniilor aeriene de transport de forțe de înaltă tensiune; *Rozenknop M. P.:* Exploatarea blocajului disjunctorilor.

PROMÂȘLENAIA ENERGETICA

(Energetica Industrială)

Nr. 2, Februarie 1951

Despre unele neajunsuri în normarea consumului de energie; *Gofman I. V.:* Metode pentru normarea consumului specific al energiei electrice în atelierele pentru prelucrarea metodelor de tăiere; *Matveeva A. L.:* Despre normarea, justificată, din punct de vedere tehnic, a consumului de energie electrică în industria de sculărie; *Avilov-Karnauhov B. N.* Consumul general și cel specific al energiei la mine de cărbuni, în funcție de productivitatea lor; *Maimin S. R.* Stabilirea consumului de energie pentru transportul cu screpere la minele de fier din bazinul Krivoi-Rog.

La inspecția de stat pentru energetica industrială și controlul energiei de pe lângă Ministerul Centralelor Electrice.; Despre utilizarea cablurilor cu înveliș de protecție din vinilite (VRG și KVRG) și a conductorilor cu izolație în cauciuc și cu cămașa din aluminiu felțuită; Utilizarea protecției contra gazelor la transformatori.

Consultații

Despre grupele de calificare, atribuite inginerilor și tehnicienilor, care lucrează la instalații de înaltă tensiune; Noua literatură privind energetica industrială; Informator pentru lucrătorul energetic.

INTREPRINDEREA INDUSTRIALĂ DE STAT

EDITURA TEHNICĂ

CENTRALA : 5.91.40 — 5.91.41
COMERCIAL : 5.53.38

Editează cărți, manuale precum și următoarele periodice:

ARHITECTURA • CONSTRUCȚII
ELECTRICITATEA • HIDROTEHNICA
METALURGIA • PETROL ȘI GAZE
REVISTA DE CHIMIE • REVISTA PĂDURILOR, LEMNULUI ȘI HÂRTIEI
REVISTA MINELOR • TEXTILE

GAZETA TEHNICIANULUI
REVISTA MATEMATICĂ ȘI FIZICĂ
GAZETA MATEMATICĂ ȘI FIZICĂ
BULETINUL DE STANDARDIZARE
BULETINUL MIN. ENERGIEI ELECTRICE
BULETINUL CONTABILILOR

ABONAMENTE	Tarif redus pentru membrii A.S.I.T.	Tarif general
GAZETA TEHNICIANULUI	300	1000
REVISTE TEHNICE A. Ș. I. T.	400	1200

Abonamente se fac numai prin

Centrul de Difuzare a Presei:

BUCUREȘTI: STR. CONST. MILLE 14 - Tel. 5.28.90

PROVINCIE: LA SUCURSALELE DIN REȘEDINȚELE REGIUNILOR ȘI RAIOANELOR

BUCUREȘTI - STR. AL. BELDIMAN, 2

Electrificarea este cauza oamenilor de știință, a tehnicienilor și inginerilor, pentru care se deschid perspective nebănuite de desfășurare a priceperii și capacității lor tehnice, puse în slujba poporului muncitor.

Punerea în aplicare a Planului de Electrificare și folosirea apelor în țara noastră, va face să crească puterea economică a Patriei noastre, slujind astfel cauza Socialismului și a Păcii.

GH. GHEORGHIU-DEJ

Taxa poștală plătită în numerar conform aprobării Nr. 168.026/946.

C. 215. — Intrepr. Poligr. Nr. 14. — București.

E1477
GÉPÉSZETI BRIGAD

ELECTRICITATEA

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ŞI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

KÖZPONTI TECHNOLOGIAI KÖNYVTÁR
REFERÁLVA

TRĂIASCĂ PRIETENIA ROMÂNO-SOVIETICĂ

10–11

EDITURA TEHNICA
1951

ELECTRICITATEA

Apare lunar sub îngrijirea unui Comitet de Redacţie

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ŞI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

Anul II ★ Oct.—Nov. 1951 ★ Nr. 10-11 Redacţia: Bucureşti, Episcopiei 2 ★ Tel. 3.57.28, 3.07.30

SUMARUL

	Pag.
La a 34-a aniversare a Marii Revoluţii Socialiste din Octombrie	3
A 50-a aniversare a tovarăşului Gh. Gheorghiu-Dej	7
V. I. Ivanov: Desvoltarea tracţiunii electrice în URSS	9
Matei Marinescu, prof. dr.: Mărimi şi metode de măsură în acustică, în lumina ştiinţei şi tehnicei sovietice	14
St. Drăcea, ing.: O metodă grafică rapidă pentru calcularea liniilor de transport de energie	19
M. Provinceanu, ing.: Compensarea puterii reactive	23
V. Subovici, ing.: Miezurile magnetice lamelate ale maşinilor electrice	29
G. D. Cristescu, prof. ing.: Un nou electrometru pentru mici diferenţe de potenţial şi sarcini electrice	36

DIN EXPERIENŢA U. R. S. S.

S. K. Medvedev: Caracteristicile condensatorilor pentru ameliorarea factorului de putere la frecvenţa de 50 Hz	39
NOTE — RECENZII	42
DOCUMENTARE	43

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
РЕДАКЦИОННЫЙ: К 34-ой годовщине Великой Социалистической Октябрской Революции	3
РЕДАКЦИОННЫЙ: Юбилей тов. Г. Георгиу-Деж	7
В. И. ИВАНОВ: Развитие электрической тяги в СССР	9
М. МАРИНЕСКУ: Величины и методы измерения в современной акустике в отсвете советской науки и техники	14
С. ДРАЧЕА: Скоростной графический метод для расчета линий передающих энергию	19
М. ПРОВИНЧЯНУ: Компенсация реактивной мощности	23
В. СУБОВИЧЬ: Ламелярные магнитные сердцевины электрических машин	29
Г. Д. КРИСТЕСКУ: Новый электрометр для малых разниц потенциальных и элекрических нагрузок	36

ИЗ ОПЫТА СССР

С. К. МЕДВЕДЕВ: Характеристики конденсаторов для улучшения коэффициента мощности при частоте 50 Hz	39
ЗАМЕТКИ - РЕЦЕНЗИИ	42
ДОКУМЕНТАЦИЯ	43

Biblioteca Republicii Moldova

V. I. LENIN și tovarășul I. V. STALIN în timpul Marii Revoluții Socialiste din Octombrie

LA A 34-a ANIVERSARE A MARII REVOLUȚII SOCIALISTE DIN OCTOMBRIE

Impreună cu oamenii sovietici, cu popoarele din țările de democrație populară și cu toți oamenii cinstiți din întreaga lume, luptători pentru pace și libertate, sărbătorim anul acesta a 34-a aniversare a Marii Revoluții Socialiste din Octombrie.

Marea Revoluție Socialistă din Octombrie, care a deschis o nouă eră în desvoltarea societății, a arătat că societatea capitalistă nu e veșnică, a arătat tuturor celor asupriți că pot să se scuture de lanțul exploatării. Ea a rezolvat, pe baza învățăturii lui Lenin și Stalin, problema națională, eliberând popoarele Rusiei de sub jugul absolutismului țarist și a creat Marea Uniune Sovietică, în care popoarele, mici sau mari, sunt egale în drepturi, libere, și cu o cultură socialistă în conținut și națională în formă.

Dela înființare și până azi, Uniunea Sovietică mergând pe drumul glorios arătat de Partidul Comunist Bolșevic al lui Lenin și Stalin, a dus permanent o politică de pace. Uriașul progres științific, tehnic, economic și cultural al Uniunii Sovietice, în cei 34 ani, este expresia forței de neînvins a popoarelor eliberate de exploatare.

Sdrobind forțele imperialismului german și japonez, Uniunea Sovietică a slăbit întregul sistem capitalist și a dat astfel popoarelor din 7 țări — printre care și a noastră — posibilitatea să scuture jugul capitalist, pornind ferm pe drumul construirii socialismului.

Crearea Republicii Democrate Germane a zădărnicit planurile imperialiștilor anglo-americani de a face din Germania o forță agresivă, iar prin sdrobirea armatelor Gomindanului înarmate de imperialiștii americani, marele popor chinez a instaurat Republica Populară Chineză, ceeace a dus la întărirea mișcării de eliberare a popoarelor din colonii.

In timp ce sistemul capitalist agresiv slăbește pe zi ce trece, lagărul păcii crește și se întărește.

Popoarele Uniunii Sovietice, în fruntea puternicului front al păcii, sub conducerea genială a marelui Iosif Vissarionovici Stalin, au trecut cu hotărîre la construirea comunismului.

Mărețele șantiere staliniste constitue o nouă etapă în realizarea bazelor tehnice și economice ale societății comuniste. Construirea lor pune științei și tehnicei sovietice probleme de o amploare nemai întâlnită, a căror rezolvare duce știința și tehnica pe culmi nebănuite. Uriașele hidrocentrale de pe Volga, Nipru, Don, care vor fi gata în 5—6 ani, vor avea o putere totală de 4 220 000 kW, adică de patru ori mai mare decât toate hidrocentralele Americii de Sud. Producția acestor noi hidrocentrale va trece de 22 miliarde kWh, adică atât cât produc la un loc Danemarca, Finlanda, Olanda, Belgia și Spania, mai mult decât toată producția Italiei, odată și jumătate cât toată producția hidrocentralelor Franței și de 20 ori mai mult decât centralele hidroelectrice ale Angliei. Se vede din aceste cifre comparative, ce pot face popoarele eliberate de sub jugul exploatării, ce înseamnă știința și tehnica puse în slujba ridicării nivelului de viață al oamenilor muncii, în slujba păcii și progresului.

Insuflețiți de victoriile oamenilor sovietici, oamenii muncii din țara noastră eliberați de exploatare, merg cu hotărîre pe drumul construirii socialismului, drum deschis de Marea Revoluție din Octombrie.

In construirea bazei economice a socialismului, care constitue sarcina de bază a primului nostru Plan Cincinal, un rol deosebit de important îi revine științei și tehnicei, căci fără o tehnică nouă, înaltă, nu poate fi vorba de industrializare socialistă, pusă în slujba ridicării nivelului de viață a poporului muncitor.

Știința și tehnica nu-și poate însă îndeplini importanta sarcină de a sluji interesele oamenilor muncii, decât dacă se desvoltă eliberată de interesele strâmte și meschine ale sistemului capitalist. In Statele Unite ale Americii și în țările marshallizate, tehnica a ajuns un instrument de agresiune. In loc de a găsi posibilități noi pentru viața și fericirea oamenilor, știința din țările capitaliste se ocupă cu născocirea celor mai odioase mijloace pentru exterminarea în masă a popoarelor.

In Uniunea Sovietică și în țările de democrație populară, știința și tehnica contribue la ridicarea producției și productivității muncii și deci la creșterea bunei stări a oamenilor muncii. In U.R.S.S. și în țările de democrație populară tehnica aduce o contribuție neasemuit de importantă la realizarea marilor construcții civile, construcții ale păcii. Tovarășul Stalin, în interviewul din 17 Februarie anul acesta, acordat corespondentului ziarului „Pravda", a arătat politica de pace a Uniunii Sovietice. Această politică se vădește în toate realizările uriașe ale oamenilor sovietici, care au ridicat tehnica și știința la un nivel înalt, nemaiîntâlnit în istoria omenirii.

In țara noastră, tehnica are astăzi sarcina de onoare de a contribui la construirea bazelor socialismului, la întărirea Patriei noastre și deci, la întărirea lagărului Păcii.

Tehnica noastră de azi, luptătoare pentru viața și fericirea poporului muncitor, se deosebește radical de cea din trecut. Învățând din experiența vastă a oamenilor sovietici, tehnicienii și inginerii noștri, nu numai că își îmbogățesc permanent cunoștințele, dar își înțeleg în același timp și rolul lor față de societate. Tovarășul Stalin, spunea, la prima consfătuire a stahanoviștilor, că: „Știința tocmai deaceea, se numește știință, pentrucă ea nu recunoaște fetișe, nu se teme să ridice mâna împotriva a ceea ce și-a trăit traiul, împotriva a ceea ce este vechi, ci își apleacă urechea cu luare aminte la glasul experienței, la glasul practicii". *(I. V. Stalin:* Problemele Leninismului, pag. 797).

Urmând această minunată învățătură a marelui Stalin, oamenii noștri de știință leagă permanent activitatea lor de sarcinile mărețe ale Planului de Electrificare. Academia Republicii Populare Române a devenit astăzi forul cel mai înalt unde problemele practicii sunt rezolvate cu ajutorul științei. Oamenii noștri de știință — după exemplul Uniunii Sovietice — țin o strânsă legătură cu întreprinderile și cu șantierele.

Luptând pentru viața și buna stare a muncitorilor noștri, pentru construirea socialismului în țara noastră, oamenii de știință, inginerii și tehnicienii, fac din știință și tehnică o armă puternică pentru apărarea păcii.

Lupta unită a oamenilor de știință cu muncitorii din producție, în sectorul energiei electrice și al industriei electrotehnice, a făcut ca planul pe anul 1950 să fie îndeplinit cu 110,6%, iar în anul acesta, primul an al Cincinalului, planul pe trimestrul I a fost realizat în proporție de 104,5%, iar în trimestrul II de 103,8%.

In cinstea zilei de 7 Noembrie, muncitorii, inginerii și tehnicienii obțin noi și însemnate succese.

Industria noastră electrotehnică, energetică și electrificarea țării, merg pe căile arătate de experiența construirii socialismului în Uniunea Sovietică. Toate realizările și succesele noastre, precum și siguranța că vom realiza planul de electrificare, se datoresc ajutorului dat de Marea Uniune Sovietică și experienței oamenilor sovietici, acumulate în acei 34 ani parcurși victorios.

Inginerii, tehnicienii, și stahanoviștii sovietici ne ajută în permanență prin colaborarea lor tovărășească, să rezolvăm multiplele probleme tehnice, să învățăm și să ne însușim tehnica sovietică, cea mai înaintată tehnică din lume. Construirea și utilarea fabricilor noastre electrotehnice, construirea hidrocentralelor, proiectate în Uniunea Sovietică, puternicile utilaje de pe șantiere și materialele ce le primim din U.R.S.S., sunt dovezi grăitoare al ajutorului multilateral dat de Uniunea Sovietică pentru electrificarea țării noastre.

Datorită ajutorului sovietic, cultura noastră tehnico-științifică a făcut pași uriași. De unde sub regimul burghezo-moșieresc, cărțile de știință erau importate din țările capitaliste, astăzi putem să ne mândrim cu literatura noastră tehnică. Tratatele și lucrările tehnico-științifice apărute la noi pun la îndemâna oamenilor muncii și a oamenilor de știință valoroasa experiență a tehnicei și științei sovietice în domeniul electrificării. Fără ajutorul literaturii tehnice sovietice, noi nu ne-am fi putut crea o literatură tehnică proprie.

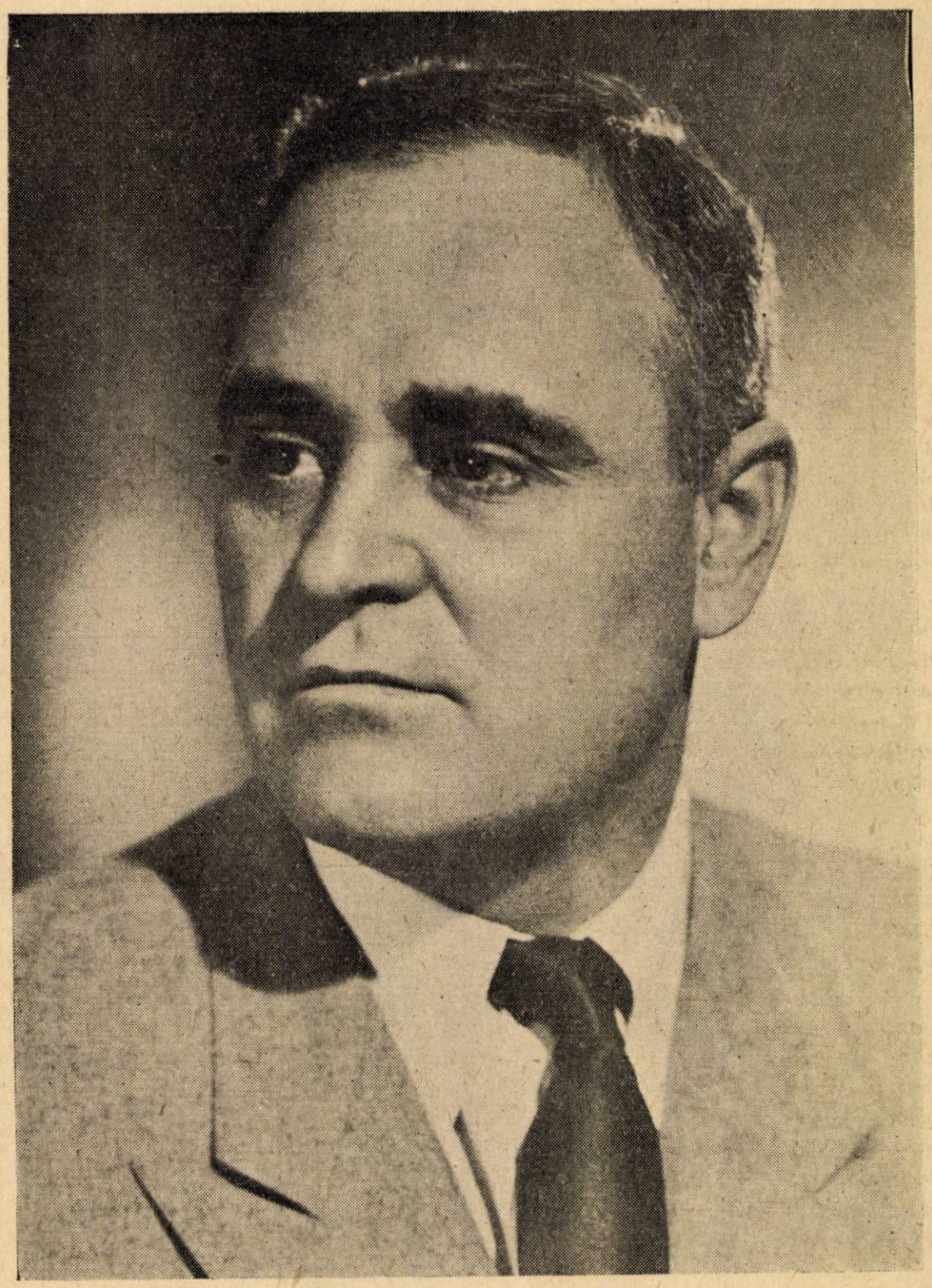
Un sprijin important l-am primit din partea Uniunii Sovietice și pentru crearea cadrelor tehnice. Un număr de 200 muncitori, tehnicieni și ingineri, trimiși de Uniunea Sovietică, își însușesc cea mai avansată tehnică în fabricile sovietice. Intorși în țară, acești tehnicieni, punând în practică cele învățate în U.R.S.S., obțin cele mai bune rezultate.

Astfel, un grup de tehnicieni și ingineri specializați în U.R.S.S., au reușit să construiască pentru prima dată în țara noastră, prototipul cablului de forță.

Fără experiența Uniunii Sovietice, fără ajutorul ei dezinteresat și multilateral, țara noastră nu și-ar fi putut cuceri și menține independența națională, iar clasa muncitoare n'ar fi putut trece cu succes la construirea bazei economice a socialismului în Patria noastră.

Oamenii muncii, oamenii de știință, tehnicienii și inginerii din țara noastră sunt adânc recunoscători oamenilor sovietici și conducătorului genial al Uniunii Sovietice, învățătorul oamenilor muncii din lumea întreagă: Marele Stalin.

Marea Revoluție Socialistă din Octombrie este sărbătorită și în țara noastră cu încredere și convingerea de neclintit că întărind prietenia și colaborarea cu Uniunea Sovietică, întărim lupta pentru Pace și Socialism.



TOVARĂŞUL GHEORGHE GHEORGHIU-DEJ

A 50-a ANIVERSARE A TOVARĂŞULUI GH. GHEORGHIU-DEJ

La 8 Noembrie 1951 tovarăşul Gh. Gheorghiu-Dej, conducătorul iubit al clasei muncitoare împlineşte vârsta de 50 ani. Născut la Bârlad, în familia muncitorului Tănase Gheorghiu, a crescut în sărăcie şi mizerie astfel că a cunoscut exploatarea la care era supusă clasa muncitoare prin chiar viaţa sa şi a familiei sale.

Marea Revoluţie Socialistă din Octombrie care a sfărâmat pentru totdeauna lanţurile regimului ţarist şi cătuşele regimului burghezo-moşieresc din Rusia a avut o influenţă covârşitoare şi asupra tovarăşului Gh. Gheorghiu-Dej. Il găsim la vârsta de 18 ani activând pentru reuşita grevelor din Valea Trotuşului. In acel moment sub influenţa ideilor lui Lenin şi Stalin, mişcarea muncitoresacă din ţara noastră a luat un mare avânt. Tovarăşul Gh. Gheorghiu-Dej, iniţiază în atelierele Soc de Tramvaie Galaţi, unde lucra, acţiuni muncitoreşti pentru respectarea zilei de muncă de 8 ore şi pentru sporirea salariilor. Această acţiune i-a adus concedierea din serviciu. Intrând la Atelierele C. F. R. Galaţi, tovarăşul Gh. Gheorghiu-Dej, continuă a fi un agitator şi un propagandist înflăcărat în rândurile muncitorilor ceferişti, în mijlocul cărora după ce capătă legătura directă cu Organizaţia de Partid şi devine membru al Partidului, a primit sarcina de a organiza o celulă de partid. Ducând o muncă încordată în cea mai adâncă ilegalitate, tovarăşul Gh. Gheorghiu-Dej care a fost mutat între timp disciplinar cu serviciul la Dej, a organizat după indicaţiile Partidului şi pe baza Hotărîrii Congresului al V-lea, conferinţa pe ţară a ceferiştilor, care a pus bazele tacticei luptelor din Februarie. Mişcarea ceferistă ia astfel o amploare fără precedent în întreaga ţară. Ecoul sirenei dela Griviţa, avea să răsune încă mult timp chemarea la luptă a oamenilor muncii împotriva fascismului pentru o viaţă mai bună. Trimis în faţa Consiliului de Război, în lanţuri şi după săptămâni de schingiuiri fără seamăn, tovarăşul Gh. Gheorghiu-Dej a rostit un nimicitor act de acuzare, transformându-se din acuzat în acuzator, la adresa călăilor poporului român, monstruoasa coaliţie burghezo-moşierească.

In închisorile unde a fost aruncat, tovarăşul Gh. Gheorghiu-Dej împreună cu alţi tovarăşi de suferinţă şi de luptă a continuat a desfăşura o intensă muncă politică şi ideologică fiind un îndrumător şi un conducător al clasei muncitoare, în lupta dusă de Partid.

In 1944 după 11 ani de temniţă, într'una din nopţile dela sfârşitul primei jumătăţi a lunei August, tovarăşul Gh. Gheorghiu-Dej evadează din lagărul dela Tg. Jiu pentru a organiza acţiunea de răsturnare a dictaturii fasciste antonesciene, pentru a pregăti alăturarea poporului nostru la lupta glorioasei Armate Sovietice.

Eliberarea Patriei noastre de către glorioasa Armată Sovietică şi victoria poporului sovietic asupra fascismului au deschis o nouă epocă în istoria noastră, epocă plină de măreţie în care poporul eliberat păşeşte cu paşi mari înainte pe drumul construirii socialismului. Indată după 23 August, când ruinelor şi pustiirilor lăsate de război li se adaugă haosul economic, sabotajul capitalist, inflaţia, presiunea diplomatică a imperialiştilor, acţiunea subversivă a bandelor teroriste, rezistenţa turbată a claselor exploatatoare; a partidelor burgheze şi a social-democraţiei de dreapta, partidul a ţinut în mână sigură cârma, înfruntând cu curaj furtunile, îndreptând corabia — cu pânzele întinse — spre o viaţă liberă şi fericită. Toate aceste lupte măreţe sunt legate de numele tovarăşului Gh. Gheorghiu-Dej, pe care evenimentele istorice din preajma lui 23 August 1944 l-au găsit în fruntea Partidului nostru, în fruntea întregului popor muncitor.

Impreună cu tovarăşii săi din Comitetul Central, tovarăşul Gh. Gheorghiu-Dej a condus şi acţiunea de întărire a unităţii clasei muncitoare zdrobind în mod definitiv oportunismul în mişcarea noastră muncitorească.

Partidul consecvent programului adoptat în urma raportului politic al C. C. al P. C. R., ţinut la conferinţa naţională a P. C. R. în 1945 de către tovarăşul Gh. Gheorghiu-Dej şi prin care

a arătat că „la baza acțiunii de refacere și reconstruire a țării trebue să stea deci refacerea și desvoltarea industriei grele", a inițiat construirea neîntârziată de uzine de mașini grele, de mașini unelte, metalurgice și electrotehnice, pentru a rupe în mod definitiv cu dependența de lumea capitalistă. Dar opera capitală menită a aduce transformarea economică a Republicii noastre dragi, și fericirea poporului, constă în inițierea și punerea în lucru a Planului de Electrificare a țării și a primului nostru Plan Cincinal.

Călăuzit de uriașa experiență a Uniunii Sovietice și cu ajutorul multilateral acordat de Marea Țară a Socialismului, partidul a știut să mobilizeze un mare număr de oameni de știință specialiști și tehnicieni în realizarea măreților lucrări Canalul Dunăre-Marea Neagră, Hidrocentrala Vladimir Ilici Lenin și Combinatul Poligrafic Casa Scânteii. Aceste gigantice lucrări relevă hotărîrea poporului român de construirea unei vieți noi de apărarea păcii.

Prin rapoartele sale politice tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej, a trasat programul concret al activității Partidului în domeniile economice, culturii, științei, instrucțiunei publice, conducând lupta împotriva rămășițelor ideologiei capitalismului în conștiința oamenilor prin ridicarea continuă a nivelului ideologic și politic al tuturor oamenilor muncii și pentru educarea lor în spiritul internaționalismului proletar. A inițiat mecanizarea agriculturii și transformarea Patriei noastre dintr'o țară agrară înapoiată într'una industrială cu o agricultură înaintată după exemplul agriculturii Uniunii Sovietice. A deschis calea cooperării în masă a milioanelor de oameni din țara noastră pe toate liniile cooperației. A inițiat reforme capitale pentru îmbunătățirea învățământului de toate gradele, precum și pentru pregătirea cadrelor de muncitori calificați.

La Conferința Națională din 1945, în Raportul Politic al Comitetului Central tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej, spunea: *„pentru îndeplinirea acestei opere uriașe de electrificare a țării, tehnicienii noștri au făcut de mult planuri, și unele destul de bune, dar până la 23 August, toate guvernele care s'au perindat la cârma țării, nu au știut și nu au vrut să valorifice nici munca creatoare a specialiștilor noștri, nici nesecatele isvoare de energie ale cărbunelui alb, ocupându-se numai de căpătuiala lor și a partizanilor politicii lor reacționare"*. (Articole și cuvântări, pag. 69, Gh. Gheorghiu-Dej).

Intr'adevăr, știința și tehnica erau folosite de capitaliști, numai în măsura în care le convenea, în goana lor după beneficii, smulse prin jaf și exploatare. Oamenii de știință, tehnicienii și inginerii, nu aveau posibilitatea să-și valorifice cunoștințele lor, punându-le în aplicare pentru folosul poporului muncitor din țara noastră.

Astăzi însă, inițiativa creatoare și munca oamenilor de știință nu numai că este apreciată la justa ei valoare, dar este în permanență susținută și sprijinită de Partid și de Guvern.

In raportul asupra Planului de Electrificare a țării, tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej, spune: *„Electrificarea este cauza oamenilor de știință, a tehnicienilor și inginerilor, pentru care se deschid perspective nebănuite de desfășurare a priceperii și a capacității lor tehnice, puse în slujba poporului muncitor"*.

Consacrându-și întreaga sa viață luptei pline de abnegație pentru cauza poporului, pentru cauza socialismului, tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej, este o pildă vie pentru fiecare om conștient din țara noastră, care dorește să lupte pentru ridicarea și înflorirea Patriei.

Oamenii muncii din țara noastră își îndreaptă gândul cu dragoste și încredere către tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej, — care îndrumează și conduce lupta noastră pentru pace și socialism pe drumul arătat de Uniunea Sovietică și de tovarășul Stalin, — urându-i ani mulți de muncă rodnică, spre binele și fericirea Patriei noastre.

DESVOLTAREA TRACȚIUNII ELECTRICE IN U.R.S.S.

V. I. IVANOV

Dată fiind marea desvoltare pe care tracțiunea electrică a luat-o în U.R.S.S., precum și importanța acesteia în cadrul primului nostru cincinal, socotim de un deosebit interes publicarea acestei prelucrări, după articolul prof. dr. D. C Minov, dela Institutul Energetic « Molotov » din Moscova, apărut în revista « Electricestvo » 4 [195'].

REDACȚIA

Anul 1837. Pe lângă Academia de Științe din Rusia a fost înființată o comisie „Pentru aplicarea forței electrice pentru mișcarea navelor, după meoda B. S. Iacobi“ savant rus electrotehnician, care a demonstrat modelul său de electromotor, la Academia de Științe din Paris.

Anul 1838. Comisia de mai sus a construit „o navă cu tracțiune electrică“ după schema : o baterie de elemente galvanice, electromotor, roata cu sbaturi.

Anii 1838—1842. Se execută încercări de exploatare a inveției pe râul Neva, având 14 pasageri pe bord și viteza de 4 km pe oră. Rezultatele încercării de exploatare a navei cu tracțiune electrică B. S. Iacobi a avut răsunet mondial și a definitivat aplicarea acțiunii electrice în diferite ramuri tehnice.

Anul 1874. F. A. Pirotchii a depus un proiect de „metoda electrică pentru transmiterea forței pe șine și pe alți conductori“.

Anul 1876. F. A. Pirotchii (aplicând pentru prima dată îmbinarea șinelor cap la cap) a amenajat și a încercat un conductor de fier pentru transmiterea energiei electrice la distanță.

S'a obținut transmiterea energiei pe o distanță de 1 km.

Această experiență a arătat posibilitatea alimentării vehiculului electric dela o sursă electroenergetică exterioară.

Anul 1880. F. A. Pirotchii a depus „Metoda transmiterii forței, pe căile de șine existente, la vagoane, pentru mișcarea lor“.

La 3 Septembrie autorul a realizat punerea în funcțiune a primului tramvai electric în lume și s'au executat încercări de exploatare a primului tramvai electric. Alimentarea primelor tramvaie străine s'a executat după schema F. A. Pirotchii, care transmitea mișcarea osiei printr'un angrenaj.

Anul 1892. S'a deschis la Kiev exploatarea primei linii a tramvaiului electric.

Anul 1849. Ing. F. B. Bastamov a enunțat principiul conducerii câtorva vagoane ale trenului dintr'un singur post.

Anii 1895—1896. La Petersburg, pe ghiața râului Neva, au fost construite câteva linii de tramvai electric, care au funcționat și iernile următoare.

Anul 1898. Inființarea Uzinei „Dinamo“ din Moscova.

Anul 1899. S'a pus în exploatare în Moscova prima linie de tramvai.

Anul 1899—1900. G. O. Graftio publică câteva articole despre stadiul tracțiunii electrice.

Anul 1900. In programele Institutului Electrotehnic din Petersburg și Institutul Politehnic din Riga se introduce cursul „Căilor ferate electrice“. In cursul profesorului P. D. Voinarovschii „Transmiterea electricității și distribuirea energiei electrice“, cap. IV, poartă denumirea „Calculul tracțiunii electrice“.

Anul 1902. Din referatele lui P. D. Voinarovschii și G. D. Dubelir, Congresul electrotehnic constată importanța tehnico-economică a aplicării tracțiunii electrice pentru un număr de căi ferate din Rusia, precum și necesitatea executării experiențelor pentru aplicarea tracțiunii electrice pe șosele și pentru tracțiunea navelor. Programul a fost realizat abia după Marea Revoluție Socialistă din Octombrie.

Anii 1902—1903. S'au elaborat primele proiecte ale Metropolitanului din Moscova.

Anii 1902—1904. După proiectul Ing. A. L. Linev, marea majoritate a rețelei de căi ferate urbane a Moscovei este trecută la tracțiune electrică. Se desființează tramvaiul cu cai.

Anul 1903. Uzina Sormov construește — primele în lume — două electromotonave „Sarmond“ și „Vandal“.

Anul 1907. Sub conducerea lui A. V. Vulf, s'a organizat la Institutul Politehnic din Petersburg, pregătirea inginerilor specialiști în tracțiunea electrică.

G. O. Graftio este chemat a conduce pregătirea specialiștilor în tracțiunea electrică și hidroenergetică.

A. S. Vulf organizează pe lângă Politehnica din Petrograd laboratorul de tracțiune electrică.

S'a construit prima serie a tramvaiului din Petersburg. La construcția și desvoltarea tramvaielor din Petersburg și apoi Leningrad, au contribuit : A. G. Cogan, G. O. Graftio, A. V. Vulf, A. B. Lebedev, A. H. Zilbertal, A. L. Lodâghin (inventatorul becului cu incandescență).

Anul 1908. Institutul Politehnic din Kiev editează manualul G. D. Dubelir, „Tramvaie electrice urbane“.

Anul 1909. A. V. Vulf publică monografia „Incălzirea electromotorului de tracțiune și determinarea lui“, făcând astfel începutul unei serii de lucrări originale a savanților ruși pentru determinarea încălzirii electromotorului de tracțiune în condițiunile de exploatare: V. A. Șevalin, A. B. Lebedev, D. C. Minov, M. D. Nahodâchin și alții.

Anul 1910. Ministerul Comunicațiilor a început studiul rezervelor naturale de energie (hidroener-

gie, zăcămintele de turbă) în scopul folosirii lor pentru electrificarea transporturilor.

Uzina din Briansc a executat un electrovagon cu acumulatori.

Anul 1911. S'a construit calea ferată Ecaterinodar-Paşcov, care a folosit termoelectrovagoane cu 4 osii duble, în greutate de 16,5 t şi generator 36 kW.

Anul 1912. A. V. Vulf editează manualul în care documentează aplicarea teoriei probabilităţii pentru estimarea mărimii şi duratei de încărcare a centralei electrice. Această teorie a fost desvoltată ulterior de savanţii sovietici A. H. Zilbertal şi profesorul N. N. Costromitin.

Anul 1913. A început construcţia căii ferate electrice Petersburg-Oranienbaum de 60 km.

Prof. P. Capniaev publică articolul „Calculul grafic a tracţiunii de tramvai", a metodă originală de construirea curbelor mişcării.

Anul 1914. M. C. Plivanov depune un nou proiect al Metropolitanului din Moscova. Acest proiect ca şi multe altele nu a fost realizat în Rusia ţaristă. El este caracteristic ca o etapă a luptei intelectualilor tehnicieni progresişti pentru desvoltarea transportului electric.

S'au terminat lucrările drumului electric Sevastopol-Alusta.

Anul 1916. Guvernul ţarist se opune proiectului de lege relativ la electrificarea căilor ferate Nord--West.

Anul 1919. In şcoala tehnică superioară din Moscova, prof. N. I. Şuşchin organizează pregătirea specialiştilor pentru tracţiunea electrică.

Anul 1920. După propunerea lui V. I. Lenin, Comitetul Central Executiv al Congresului al VII a organizat Comisia de Stat pentru electrificarea Rusiei (GOELRO). Planul primei tranşe prevedea suma de 834 mil, ruble pentru construirea reţelelor energetice şi 233 mil. ruble pentru electrificarea căilor ferate. La elaborarea planului au luat parte profesorii : G. O. Graftio, A. V. Vulf, M. A. Şatelen, E. I. Sulighin şi alţii.

In Decembrie planul GOELRO a fost expus Congresului al VIII al Sovietelor, care l-a apreciat ca „Primul pas în desvoltarea economică".

Anul 1921. S'a publicat referatul profesorului A. V. Vulf şi V. A. Şevalin: „Consideraţiuni preliminare în alegerea sistemului tensiunii pentru Căile Ferate Ruse". In referat a fost dată caracteristica tehnico-economică a sistemelor existente de tracţiune electrică, ţinând seama de perfecţionarea lor posibilă şi de ridicarea tensiunii în reţea. Ca punct de plecare s'a luat unificarea alimentării cu energie a drumurilor cu alimentarea energiei electrice a industriei locale şi nevoilor populaţiei. Această teză a fost luată pentru stimularea desvoltării forţelor productive ale ţării. Din cele patru sisteme ale tracţiunii electrice comparate, cei mai buni indici au dat două sisteme : a) curentul continuu de 5 000 V în conducta de contact ; b) curentul monofazic de 20 kW cu decuplarea fazelor la locomotiva electrică, cu electromotoare de tracţiune asincrone trifazice. Din aceste două sisteme primul a fost găsit mai avantajos.

Congresul al VIII al Sovietului a aprobat planul GOELRO.

Anul 1922. Din iniţiativa lui V. I. Lenin, Sovietul Muncii şi al Apărării a hotărît introducerea locomotivelor Diesel pe căile ferate şi ţinerea concursului pentru cea mai bună construcţie a lor.

Ca rezultat a realizării acestei hotărîri, U.R.S.S. a devenit patria locomotivelor puternice Diesel.

Prof. V. S. Culebachin pentru prima dată, a propus executarea motorului asincron cu rotorul intermediar prevăzut cu bobinaj şi colivie, alimentat cu curent continuu. O astfel de amenajare asigură : a) regularea fazei curentului primar, care poate să fie şi defazată înainte, b) folosirea motorului asincron pentru tracţiune (rotorul intermediar excitat în rotaţie asigură momentul de pornire).

Anul 1923. Moartea Prof. A. V. Vulf. Prin lucrările sale ştiinţifice eminente şi prin educarea cadrelor de specialişti în tracţiunea electrică, el a pus bazele şcoalei sovietice de azi a tracţiunii electrice, la întărirea căreia au colaborat elevii lui A. B. Lebedev şi V. A. Şevalin.

S'a înfiinţat un birou al Congreselor de tramvai, transformat în anul 1934 în VNITO GET (transportul electric urban).

Anii 1923—1924. A. M. Cornacova şi A. H. Zilbertal au executat încercări ale rezistenţei în mişcare a vagoanelor de tramvai. Incercările de a stabili mărimea specifică a rezistenţei vagonului în funcţie de tipul lui, de încărcătură şi de starea atmosferică.

Anul 1924. S'a pus în exploatare locomotiva Diesel sovietică ЩЭл-1 (Г^{э}-1) de 1 030 HP cu acţionarea electrică, construită după proiectul ing. I. M. Gakkeli. Această locomotivă este prima în lume ca putere, în stare de a înlocui locomotiva de c. f. (în acel timp puterea locomotivelor Diesel din străinătate nu întrecea 440 HP). Construcţia electromotorului de tracţiune ДП-100 a fost elaborată de A. E. Alexeiev. La realizarea acestei locomotive au mai colaborat profesorii: A. V. Vulf, V. F. Mitchevici, A. S. Raievschi şi B. M. Oşurcov.

Industria naţională a început livrarea în masă a electromotoarelor de tracţiune perfecţionate (monobloc cu rulmenţi) seria Д şi ПТ (5 modificaţii).

Anul 1925. A fost construită după proiectul ing. sovietici locomotiva Diesel Э-Эл-2 (sistem quadratic — generator-motor). Prin locomotivele Diesel de mai sus, U.R.S.S. a dat o soluţie justă a tracţiunii cu locomotive Diesel care apoi a fost folosită de străinătate.

NKPS a introdus gabaritul lărgit a materialului rulant (2B) şi a apropierii construcţiilor (2C).

Anul 1926. S'a reeditat manualul A. V. Vulf de tracţiune electrică în care s'a tratat în întregime realizările în domeniul traciunii electrice.

S'a inaugurat primul drum de cale ferată electrică, Bacu-Surahani. Tot utilajul (cu excepția sistemului de conducere) este o producție sovietică.

Prof. A. B. Lebedev publică metoda elaborată de el „Incărcături mobile" pentru calculul rețelelor de tracțiune.

Anul 1927. La Facultatea Electrotehnică din Moscova se înființează laboratorul tracțiunii electrice cu banc de încercare cu volant ce imită masa trenului (18 t).

Uzina „Electrosila" execută și încearcă primul redresor cu vapori de mercur de mare putere 300 kW, 600 V.

In anul 1928 se face emisia în masă. La această construcție rolul preponderent l-a avut ing. V. C. Crapivin.

Anul 1928. Prof. I. M. Gakkeli primește patentul pentru reglajul automat al generatoarelor de curent continuu, pentru menținerea puterii constante.

D. C. Minov publică lucrarea despre influența deviației coardelor asupra tensiunii în conducta de contact în suspensiunea prin lanț.

Anul 1929. S'a deschis prima cale ferată electrificată a nodului de cale ferată Moscova, cu un curent continuu de 1 500 V.

Anul 1930. Se înființează catedra de tracțiune electrică la Institutul energetic din Moscova, la care este numit prof. A. B. Lebedev.

Uzina „Dinamo" începe livrarea întregului utilaj electric pentru secțiile СД de motoare și vagoane, inclusiv controlor de grupă electropneumatic de forță.

Electroteagstroi a elaborat proiectul de execuție a rețelei de contact, în U.R.S.S., calea ferată principală electrică prin pasul Surami.

Anul 1931. Plenul Comitetului Central al P.C. (b) U.R.S.S. a decis introducerea locomotivelor Diesel la liniile lipsite de apă.

Din inițiativa lui I. V. Stalin s'a luat hotărîrea construirii Metropolitanului din Moscova.

A început livrarea în serie a locomotivelor Diesel pentru liniile principale.

Acad. C. I. Şenfer a primit certificatul de autor pentru convertizorul de electromașini a câmpului transversal (metachin) inventat de el și care, greșit a fost socotită că ar fi fost a lui Pestarini.

D. Câminov publică metoda grafico-analitică a calculului rețelei de tracțiune.

Se încearcă vagonul executat după schema lui A. S. Dumitradze. Supravoltorul cuplat în serie cu motoare de tracțiune a asigurat pornirea fără reostat și frânarea recuperativă.

Comisia de Stat a planificării din U.R.S.S.a hotărît extinderea lucrărilor de cercetare științifică, asupra tracțiunii electrice și înființează o comisie condusă de prof. S. I. Curbatov.

La Institutul Electro-mecanic din Moscova se înființează o nouă facultate de construcția și întreținerea materialului rulant electric, locomotive Diesel și rețeaua de contact; în 1935, aceasta se transformă în „Facultatea Electrificării Căilor Ferate". Concomitent, asemenea facultăți se înființează la Leningrad și în alte orașe. In 1947, la toate aceste politehnici se înființează facultăți de transport electric.

Anul 1932. Congresul pentru electrificarea căilor ferate hotărăște studiul locomotivelor electrice și sistemelor de tracțiune electrică, care lucrează în curentul monofazic de frecvență normală.

S'a dat în exploatare — prima în U.R.S.S. — substația automată de tracțiune.

In U.R.S.S. începe livrarea electrocarelor pentru galeriile subterane și a locomotivelor electrice pentru industrie.

Se înființează la Moscova, pe lângă Institutul de Energetică, o facultate de transport electric care se transformă mai târziu în facultatea de electrificarea industriei și transportului.

S'a dat în exploatare în Transcaucazia primul sector al căii ferate principale electrificate de curent continuu în rețea de contact de 3 000 V.

Incepe livrarea locomotivelor electrice principale cu 6 osii, în curent continuu de 3 000 V, 2 040 kW, cu frânarea recuperativă 30,5 km/h, seria Cc—11.

Se livrează locomotiva electrică originală sovietică BA—19 cu frânarea prin reostat și viteza 37 km/h.

Incepe livrarea redresoarelor cu vapori de mercur cu grile comandate, din care primul dintre aceștia a fost instalat la locomotiva electrică de curent monofozic 50 Hz, 2 000 kW și greutatea de 132 t.

Anul 1933. S'a dat în circulație linia electrificată a nodului de cale ferată din Leningrad și din Permi.

Au fost livrate în Moscova și Iaroslavli primele troleybuze sovietice.

G. I. Babat elaborează schema redresării monofazice cu anoda nulă, care ridică coeficientul puterii la reglarea cu grile a tensiunii redresate.

Electroteagstroi creiază metode pentru proiectarea căii ferate electrificate și calculele elementelor lor, elaborează construcțiile tip a utilajului de contact și a substațiilor, precum și tehnologia montajului lor și a montajului echipamentului electro-rulant.

Anii 1933—1936. S'a construit un automotor după schema originală indigenă, care asigură folosirea întregii puteri a motorului în limitele largi a eforturilor de tracțiune.

Anul 1934. S'a admis gabaritul larg pentru tramvaie (lățimea vagonului 2,6 m la lungimea de 15 m).

Prof. V. E. Rozenfeld publică metoda calculului rețelei de tracțiune la pierderea tensiunii și a energiei.

Prof. D. C. Minov introduce noțiunea și elaborează metodele curentului „echivalent" a motorului de tracțiune.

Se pune în circulație locomotiva electrică rapidă II B—21, la curent continuu 3 000 V, 2 040 kW, viteza 140 km/h.

Se înfiinţează prima catedră de construcţii ale electrolocomotivelor.

In Octombrie se execută prima rută de probă a metropolitanului din Moscova.

Anul 1935. C. V. Benedict propune o schemă originală a motorului colector monofazic 50 Hz, care asigură un cos φ superior şi un moment de torsiune ridicat.

S'a dat în exploatare primul lot al Metropolitanului Caganovici din Moscova, cu 13 staţiuni. Sistemul de conducere individual automat fără frânare prin reostat.

A fost terminată electrificarea centrului experimental din Butov (ringul are lungimea de 6 km) şi s'au executat încercările comparative ale locomotivelor electrice principale.

S'a dat în exploatare în Kiev, tramvaie cu 4 osii prevăzute cu electromotoare de tipul ДТК—60, cu excitaţia în serie, paralelă şi conducerea directă. Schema trecerii dela cuplarea în serie la cea paralelă a fost dată de catedra de construcţii ale locomotivelor electrice. Din referatul ing. S. A. Rebrov, din recuperarea energiei rezultă următoarele avantaje : *a)* s'a micşorat considerabil consumul energiei electrice (energia recuperată în reţea este de 25% pe drum orizontal şi 40% pe pante, a celei luate din reţea); *b)* uzura saboţilor de frânare s'a micşorat cu 60%; *c)* s'a mărit viteza şi siguranţa ei.

Anul 1936. S'a promulgat regulamentul exploatării tehnice de căi ferate din U.R.S.S.

S'a pus în exploatare sectorul Arbat al Metropolitanului.

S'a pus la punct livrarea locomotivelor electrice principale pentru trenurile de marfă şi persoane, de tipul BJI — 19 pentru două tensiuni în reţea: 1 500 şi 3 000 V.

Anii 1936—1938. A început livrarea locomotivelor electrice cu frânare recuperată, de 6 osii pentru trenurile de marfă şi persoane (450 kW).

Anul 1937. S'a editat lucrarea prof. A. V. Lebedev „Principiile tracţiunii electrice".

A început livrarea locomotivelor electrice industriale de mare putere în greutate de 92 t şi 880 kW; s'a folosit schema originală care prevede frânarea reostato-recuperativă fără excitaţie.

Anul 1938. Se livrează locomotiva electrică DP—22, greutatea 132 t, 2 040 kW, alimentată dela reţeaua curentului monofazic 20 kW, 50 Hz. Motoare de curent continuu cu reglarea lină a vitezei prin redresorul cu vapori de mercur cu grile conduse şi care lucrează pe schema trianodică cu două trepte de comutarea anoadelor de margine.

S'a pus la punct producţia locomotivelor electrice industriale, de suprafaţă şi subterane, de contact şi cu acumulatori, dela 3,5 t şi 6,8 kW până la 98 t şi 880 kW.

S'a început livrarea în serie a locomotivelor electrice BJI—22 principale de 6 osii pentru trenurile de marfă şi pasageri.

S'a început livrarea redresoarelor automate rapide, tip BAB.

S'a dat în exploatare sectorul Gorki al Metropolitanului.

S'au livrat trolleybuze de tipuri ЯТВ—1 şi ЯТВ—2.

S'a pus la punct producţia controlului de forţă cu dispozitiv de acţionare I. N. Reşetov. In acest dispozitiv schimbarea la o poziţie a arborelui de distribuţie corespunde deplasării tijei a dispozitivului de acţionare pneumatic dela un capăt la altul, ceeace asigură funcţionarea precisă.

In urma expunerii lui V. M. Molotov, C.C. al P.C. (b) a hotărît ca în al treilea plan cincinal pentru desvoltarea economiei naţionale a U.R.S.S., să se prevadă desvoltarea şi mai departe a tracţiunii electrice. Până la al doilea război mondial au fost electrificaţi 1 886 km de cale ferată. Tramvaie au funcţionat în 80 oraşe. A fost mărită comunicaţia cu trolleybuze în Moscova, Leningrad şi alte mari oraşe. S'a realizat o largă electrificare a transportului industrial terestru şi subteran.

S'a editat manualul „Reţeaua de contact" a prof. C. Gl. Marcvadt şi I. I. Vlasov.

S'a livrat pentru Moscova seria vagoanelor de tramvai de lungimea 15,240 m, lărgimea 2,550 m, cu 52 locuri.

S'a editat manualul prof. A. E. Alexeev „Electromotoare de tracţiune".

Anii 1938—1939. S'a editat manualul „Materialul rulant al căilor ferate electrice".

Anii 1938—1941. Se execută lucrări pentru realizarea sistemelor de tracţiune electrică de curent continuu 6 000 V. Au fost elaborate proiecte tehnice ale electrolocomotivelor de 3 400 kW, precum şi a maşinilor şi aparatelor de tracţiune, pentru reţeaua de 4 500 şi 6 000 V.

Anul 1939. A intrat în exploatare prima substaţie de tracţiune volantă în Leningrad. In Moscova asemenea substaţii au fost puse în exploatare în 1940.

S'au livrat noile tipuri de troleybuze pentru Moscova cu două etaje şi cu un etaj perfecţionat.

Anul 1940. La Metropolitanul din Moscova s'au dat exploatării electrovagoane de tipul Г cu frânarea reostată, cu conducerea de grupă automotă, cu dispozitivul de acţionare hidro-electro-pneumatic.

S'a editat „Substaţia de tracţiune" a prof. N. N. Costromitin în colaborare cu V. A. Borovic şi I. I. Râşcov.

S'a terminat reutilarea tramvaiului din Cazan, după sistemul alimentării cu energie pe trei conducte.

S'a elaborat schema dispozitivului absorbant, care a şi fost aplicată la substaţia de transformatori din Moscova.

S'a editat manualul „Tracţiunea electrică a trenurilor" a prof. V. E. Rosenfeld, I. E. Rivchin, I. A. Locştovschi.

Anul 1941. S'a publicat teoria prof. D. C. Minov despre cuplarea roţilor cu şine la ac-

ționarea individuală a osiilor motrice, care pune în evidență structura coeficientului de cuplare.

Anul 1942. Au intrat în exploatare primele substații mobile la căile ferate principale.

Anul 1943. S'a deschis sectorul Zamoscvoreț al Metropolitanului din Moscova.

S'a terminat lucrarea Academiei de Științe din U.R.S.S., relativ la compararea a 13 sisteme a tracțiunii electrice a Căilor Ferate U.R.S.S. S'au recomandat două sisteme: *a)* „sistemul simplu", al curentului continuu (existent azi) cu introducerea mai multor perfecționări; *b)* sistemul curentului monofazic de frecvență normală (50 Hz, tensiunea 20 kW în rețeaua de contact).

Doctorul în științe tehnice G. I. Babat a realizat tracțiunea electrică cu alimentarea prin electroenergie de înaltă frecvență a vehiculului dela rețeaua fără contact.

Anul 1944. A început livrarea controloarelor cu came de conducere directă.

S'a deschis sectorul Kursc al Metropolitanului din Moscova, în lungime de 40 km și 29 stații.

S'a standardizat electromotoarele de tracțiune cu curent continuu, de 220, 250, 600, 825, 1 650 și 3 300 V.

Anul 1945. S'au electrificat sectoarele C F. din Celiabinsk și Perm.

S'au pus în exploatare trenurile electrice pe 3 300 V.

Anul 1946. Sovietul suprem al U.R.S.S. a luat hotărîrea de reconstrucția și desvoltarea economiei naționale a U.R.S.S., în care sau prevăzut și sarcini: *a)* „concomitent cu electrificarea mai departe a industriei se va trece la o mai largă electrificare a transportului C. F."; *b)* Reutilarea tehnică a C. F. pe direcțiile principale și asigurarea funcționării neîntrerupte în condițiunile de iarnă și în primul rând prin introducerea tracțiunii electrice cu locomotivele Diesel...", conform acestora s'a organizat producția materialului rulant electric și termoelectric într'un număr de uzine specializate și s'au construit uzini speciale de întreținere.

A început livrarea electro-autobuzelor cu 60 locuri.

A început producția în serie a locomotivelor Diesel 121 t, 1 000 HP.

S'a pus în exploatare — primul în U.R.S.S. — troleybuz cu conducerea automată și dispozitiv de acționare cu axe.

A început livrarea troleybuzelor monometalice cu motorul de tracțiune cu excitație compusă, 80 kW.

Anul 1947. A început livrarea trenurilor electrice, tip CP.

S'a terminat prototipul manșonului articulat pentru legătura arborelui motorului ДК — 140, cu transmisie prin roți dințate. Sistemul permite micșorarea greutății motorului din cauza eliminării legăturilor axiale, precum și din cauza rapidității.

S'a construit prototipul locomotivei electrice pentru mine de greutatea 14 t, cu motoare asincronice condensatoare, după sistemul acad. V. V. Culebachin. In 1949 a început producția lor în serie.

S'au introdus redresoare de seleniu pentru substații de tracțiune pentru încărcare din mine.

Incepe livrarea electrovagoanelor de tramvai cu 4 osii; lungimea 13,445 m, lățimea 2,550 m, 42 locuri cu electromotoare 4×54 kW.

Anul 1948. Se începe livrarea electrovagoanelor de tramvai, de lățimea 2,530 m, cu electromotare 2×50 kW.

Se editează lucrarea prof. C. C. Marcvardt „Alimentarea cu energie a Căilor ferate electrificate".

Se editează lucrarea M. P. Cutâlovschi și A. I. Fedorov, „Materialul rulant pentru tramvaie".

A început livrarea trenurilor electrice pentru 2 tensiuni 3 300/1 650 V.

S'a pus la punct producția completă a locomotivelor electrice principale pentru trenurile de marfă și pasageri, greutatea 132 t, electromotor 2 400 kW, cu recuperația energiei și fără recuperația acesteia.

S'au livrat prototipurile locomotivelor Diesel 2 000 HP.

S'au pus în practică la transporturile C. F. condițiunile tehnice pentru proiectarea electrificării tracțiunii trenurilor.

Anii 1948—1949. S'a elaborat și s'au introdus în construcție bascule speciale pentru cântărirea locomotivelor electrice, pe roți separate, în scopul reglării distribuirii greutății.

Anul 1949. S'a stabilit că norma rigidă a scăderii tensiunii în rețeaua de tracțiune este eronată. Dislocarea substațiilor și secțiunile conductelor trebue să asigure soluția economică optimă de numărul variantelor sigure din punct de vedere tehnic.

S'a pus în aplicare noul „Regulament de exploatare tehnică a tramvaielor".

S'a pus la punct producția în serie a electromotoarelor cu dispozitiv de acționare articulat, de greutate specifică până la 7,8 kg pe 1 kWh, adică aproximativ de două ori mai mic decât pentru mașinile de tracțiune obișnuită.

S'a ținut Congresul Unional a constructiilor locomotivelor electrice.

Anul 1950. S'a pus în exploatare primul sector al Marelui Circuit al Metropolitanului din Moscova.

S'a pus în exploatare la Metropolitanul din Moscova, vagoane cu sistemul de conducere automat, electropneumatic, de grupă, cu dispozitivul de acționare L. N. Reșetov și cu electromotoare de tracțiune cu dispozitiv de acționare cardanic de tramvai.

S'a construit vagonul de tramvai perfecționat cu conducerea automată a pornirii și frânării, prevăzut cu motoare cu excitație în serie-paralel.

LEFORBITVA
Fn 1825/53

MĂRIMI ȘI METODE DE MĂSURĂ IN ACUSTICĂ, ÎN LUMINA ȘTIINȚEI ȘI TEHNICEI SOVIETICE

Prof. Dr. MATEI MARINESCU
Membru corespondent al Academiei R.P.R.

Se expun metodele de măsură și mărimile acustice care se împart în „obiective" și „subiective". Se relevează tendința recentă de a se substitui metodelor „subiective" metode obiective, independente de observator grație aparaturii electro-acustice, recent create și care transformă mărimile acustice în mărimi electrice care se pot măsura cu mare precizie. Se dau exemple descriindu-se și elementele componente ale acestei operațiuni.

Acustica, una din disciplinele cele mai vechi ale Fizicei, care era considerată, cu câțiva ani în urmă, un capitol închis al Științelor Fizice, a luat în zilele noastre grație contribuției oamenilor de știință sovietici o mare desvoltare, constituind o ramură importantă a științelor tehnice, cu aplicațiile cele mai variate.

Astfel, radio-difuziunea, televiziunea, cinematografia sonoră, amplificarea sonoră în auditorii, acustica arhitecturală, problema sgomotului etc. sunt tot atâtea domenii de aplicații în care problemele de acustică sunt pe primul plan.

Unei astfel de desvoltări îi corespunde și în *domeniul măsurilor*, necesități crescânde în privința preciziunii metodelor și tehnicei măsurilor în această ramură a științelor tehnice.

In acustică, deosebim două categorii de metode de măsură, una privind mărimile *obiective*, ale sunetului, cealaltă privind mărimile *subiective*, referitoare la sensațiile auditive produse de sunet.

Tendința actuală este ca și măsurile *subiective*, privind mărimile subiective, să devină *obiective*, pe măsura desvoltării aparaturii electro-acustice, înlocuindu-se urechia, prin asemenea aparate.

Actualmente sunt încă dificultăți de învins în calea generalizării acestei tendințe, aceasta din cauza complexității caracteristicelor de audiție ale urechii, care nu pot încă să fie reproduse, cu precizie, pe întreaga gamă a mărimilor de măsurat.

Voi începe studiul acesta cu expunerea metodelor subiective de măsură.

I. METODE ȘI TEHNICA MĂSURILOR SUBIECTIVE IN ACUSTICĂ

Senzațiile sonore se disting între ele prin tărie, înălțime și timbru. Tăria este o caracteristică de cantitate, celelalte două sunt caracteristici de calitate.

Curbe de audibilitate. Presiunea sunetului este cauza „tăriei" sunetului, adică a senzației auditive produse. Presiunea este o mărime fizică, independentă de observator, în timp ce „tăria" este o mărime fiziologică, funcție de observator, deci o mărime *subiectivă*. Relația dintre cele două mărimi este foarte importantă din punct de vedere tehnic, pentru combaterea sgomotului, semnale acustice, perturbații în tehnica telefoniei la mare distanță, etc.

Pentru sunete simple „relația" este dată de curbele de audibilitate ale lui Fletcher; acestea sunt curbe de „egală tărie" (fig. 1, curbele *I*). Curba limită *II* corespunde sunetelor a căror presiune, la diferite frecvențe, se găsește la limita tăriei perceptibile. Curba *III* corespunde sunetelor a căror presiune, la diferite frecvențe, se găsește la pragul de senzație dureroasă. Ea nu mai este o curbă de egală tărie de sunet, pentru diferitele frecvențe.

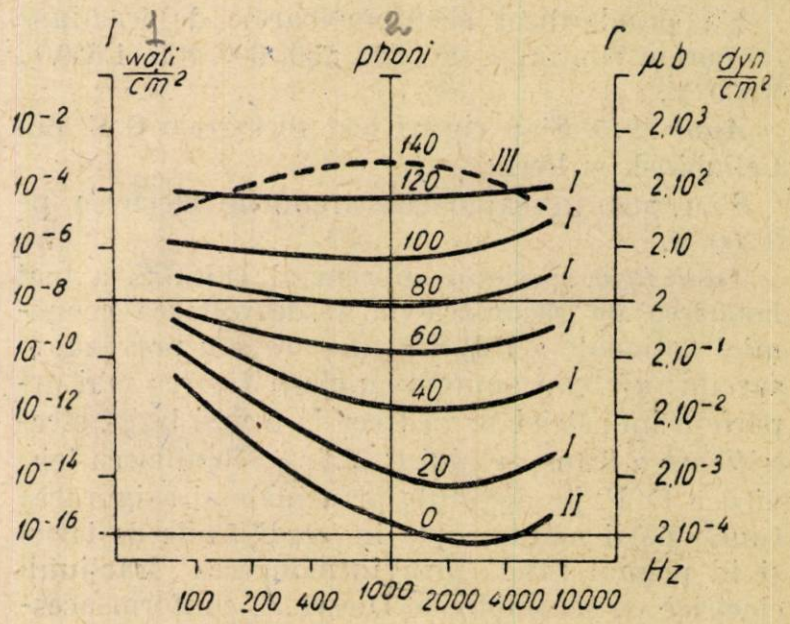


Fig. 1. Curbe de audibilitate.

Unitate de tărie. Unitatea de măsură a sensației sonore, produsă de intensitatea sunetului și care poartă numele de „tărie" a sunetului, este *fonul* (ph).

Astfel, tăria unui sunet având o presiune p sau o intensitate : $I = \frac{p^2}{z_0}$, se măsoară în ph. Scara de măsură în ph se ia pentru un sunet simplu de 1 000 Hz ; pe această scară s'a făcut o diferență de tărie : $\Delta N = 1$ ph, egală cu 1 decibel, adică :

$$\Delta N = 20 \log_{10} \frac{p_1}{p_2} .$$

Rezultă că pentru :

$$\Delta N = 1 \text{ ph}$$

$$p_1 - p_2 = 0{,}12\ p_2.$$

Această diferență de presiune de 12% este încă perceptibilă. Pentru a obține tăria absolută a

unui sunet (nu numai diferența) s'a ales ca punct de reper pentru $N = 0$ ph,, presiunea limită inferioară p_0 (la 1 000 Hz). Astfel :

$$N = 20 \log_{10} \frac{p}{p_0}.$$

Deoarece p_0 astfel definit, nu se poate determina cu precizie, s'a adoptat mai târziu ca punct zero, acela care corespunde unei intensități $I_0 = 10^{-16}$ W/cm², deci unei presiuni :

$$p_0 = \sqrt{I_0 Z_0} = \sqrt{41{,}5\ I_0} \backsimeq 2 \cdot 10^{-4}\ \mu \text{ bar}.$$

80 ph corespund deci la 10^{-8} W/cm², sau la 2μ bari.

Pentru a aprecia mai bine scara logaritmică de măsură dăm în ph următoarea tabelă, care arată nivelul deasupra pragului, al unui număr de sunete obișnuite în anumite locuri.

Tărie în phoni	
100	Mașini de nituit (la o distanță de aprox. 10 m).
90	Perforator pneumatic (la o distanță de aprox. 3 m).
80	O stradă cu trafic intens. Tren metropolitan.
70	Trafic foarte mare.
65	Conversații cu voce tare.
60	O stradă mijlocie cu trafic mare.
55	Conversații obișnuite.
50	Stradă liniștită.
40	Nivelul minim de sgomot al unei străzi.
30	Stradă liniștită suburbană, fără trafic, pe seară.
20	Șoapte mijlocii.
10	Șoapte liniștite (la 1,5 m); foșnetul frunzelor la un vânt slab.
0	Pragul de audiție.

Observație la scara logaritmică. Relativ la scara de măsură logaritmică a „tăriilor" sonore, se vede că o treaptă de 1 ph nu corespunde unei diferențe de presiune constantă, ci unei diferențe cu atât mai mare cu cât presiunile sunt și ele mai mari. Aceasta rezultă numai de cât din relația de mai sus :

$$p_1 - p_2 = \text{const.} \times p_2.$$

De asemeni, această „relativitate" specială a ph, atrage după sine, pentru determinarea valorii absolute a „tăriei" unui sunet, fixarea unui punct de reper, de tărie zero, ceeace nu este cazul mărimilor „fizice", pentru care, dacă stabilim „unitatea" obținem și posibilitatea de a face să corespundă un număr rezultatului unei măsuri.

Tăriile altor frecvențe decât 1 000 Hz, precum și tăriile diferitelor sgomote se raportează la scara corespunzătoare frecvenței de 1 000 Hz. Astfel, dacă tăria unui sgomot este de n ph, aceasta înseamnă că produce aceeași sensație de „tărie" ca un sunet de 1 000 Hz, având tăria de n ph.

Deoarece curbele din fig. 1 nu se deduc printr'o simplă translație, una din alta, aceasta înseamnă că relația :

$$N = 20 \log_{10} \frac{p}{p_{0f}}$$

exactă pentru o frecvență ($p_0 f$, pragul presiunii la frecvența f) nu este exactă pentru alte frecvențe.

Măsura tăriei. Metodele de măsură a „tăriei" unui sunet se bazează pe definiția ph, adică pe compararea subiectivă a tăriei cu aceea a unui sunet de 1 000 Hz de tărie variabilă și cunoscută. Astfel, în una din tehnicele întrebuințate se aplică uneia din urechile observatorului, sunetul de 1 000 Hz al unui telefon, în timp ce asupra celeilalte urechi acționează sunetul de măsurat.

Se reglează atunci „tăria" sunetului în telefon, până ce produce aceeași sensație de tărie ca și sunetul de măsurat. In caz de inegalitate în sensibilitatea celor două urechi, se schimbă între ele cele două sunete față de urechi, luându-se media citirilor.

Aparatele moderne de măsură a tăriei, bazate pe metoda de „egalizare" descrisă mai sus, posedă un „ton de referință" deosebit de 1 000 Hz ; este un sunet complex, modulat, produs de un generator de curent alternativ și asemănător unui sgomot.

Egalizarea sunetului sau a sgomotului de măsurat este mult mai comodă de obținut față de acest „ton de referință" decât față de sunetul de 1 000 Hz. Cu ajutorul „diagramelor de conversiune" se trece dela numărul de dbel indicat pe scara aparatului la nivelul în dbel la 1 000 Hz.

Metoda de „mascare". O altă metodă subiectivă întrebuințată pentru măsura tăriei este bazată pe efectul de „mascare" prin care un sunet sau sgomot este făcut inaudibil din cauza altui sgomot mai puternic ; se zice că primul este „mascat" de cel din urmă. Mascarea este efectul care formează caracteristica supărătoare a sgomotului. Înăbușirea conversației la un trafic intens, constitue un exemplu tipic al acestui efect.

Punctul de mascare constitue o măsurătoare a tăriei unui sgomot și se utilizează în aparatele moderne pentru măsura sgomotelor. In aceste aparate, „tonul de referință" este reglat până în momentul când este aproape mascat de către sgomot. Acest punct, se ia de preferință, față de acela pentru care „tonul de referință" este complet mascat de către sgomot.

In mod practic, „tonul de referință" și sgomotul de măsurat acționează ambele aceeași ureche, receptorul care realizează această suprapunere fiind un telefon prevăzut cu capac *deschis*, permițând accesul sgomotului la ureche prin părțile laterale, centrul fiind acționat de membrana obișnuită care emite „tonul de referință".

Ca și la metoda prin „egalizare" citirile pot fi transformate cu ajutorul unei curbe de „mascare", în cifre corespunzând scării de nivel de tărie sonoră la 1 000 Hz.

In practică, atunci când avem deaface cu un sgomot care conține o singură frecvență de înălțime pronunțată, metoda prin „mascare" devine nesatisfăcătoare, deaceea în acest caz se utilizează metoda prin „egalizare" care dă în acest caz rezultate mai precise.

Metode de măsură, obiective, a „tăriei" sunetului. Deși o măsură obiectivă a unei sensații (subiective) pare un lucru paradoxal la prima vedere, totuși dacă printr'o asemenea măsură (obiectivă) se înțelege o măsură al cărei rezultat *nu depinde de*

observator, atunci este evident că prin înlocuirea *urechii* cu un aparat electro-acustic care să i-se substitue, având o caracteristică ce reprezintă media unui mare număr de observatori, vom obține dintr'odată un rezultat care și el va reprezenta o *medie*, deci independent de un observator sau altul.

Asemenea aparate s'au construit efectiv dând rezultate de măsură comparabile acelor obținute prin audiție directă.

Există însă o dificultate. Datorită complexității mecanismului audiției și a varietății sunetelor și sgomotelor, este încă imposibil de a construi un aparat care să măsoare direct „tăria" adevărată a unui sunet sau sgomot.

Astfel nu avem decât să ne referim la curbele din fig. 1 pentru a ne da seama că un aparat care să se substitue urechii, va trebui să aibă pentru fiecare „tărie" o caracteristică de egală tărie, ca acelea indicate în acea diagramă ; aceste curbe nefiind deduse una din cealaltă prin simplă translație înseamnă că aparatul pentru măsura obiectivă a sgomotului, va trebui să aibă tot atâtea circuite electrice complexe, câte unități de tărie avem de măsurat.

In practică, acest lucru nu este realizabil, din cauza complicației la care ar da naștere ; se recurge de aceea la un compromis, aparatul având numai trei curbe de „răspuns" redate fiecare de câte o rețea electrică complexă, astfel :

a) Pentru măsuri de „tării" joase, aparatul, prin rețeaua electrică corespunzătoare, are o curbă de răspuns ca aceea din fig. 2, *A*.

Această curbă este o curbă „inversă" medie a curbelor din fig. 1 cuprinse între 0 și 40 dbel.

b) Pentru „tării" medii, între 40 și 70 dbel, aparatul, prin rețeaua electrică respectivă are o curbă de „răspuns" ca aceea din fig. 2, *B*.

c) Infine, pentru sunete foarte tari (între 80—100 dbel) aparatul redă o curbă ca aceea din fig. 2, *C*.

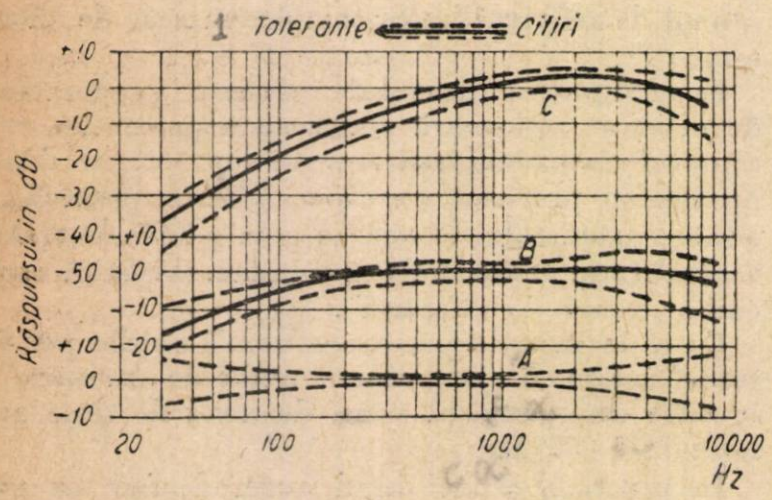


Fig. 2. Caracteristica de frecvență a curbelor de răspuns a aparatului pentru măsurarea obiectivă a tăriei sunetului.

O schemă de principiu a unui asemenea aparat se vede în fig. 3.

Este evident că un asemenea „măsurător de sgomot" nu măsoară exact decât 3 tării. Cu cât ne depărtăm de aceste tării „medii" cu atât aparatul introduce erori, citiriile lui nu mai corespund sensațiilor sonore, respective.

In fig. 2 sunt indicate cu linii punctate „toleranțele" asupra măsurilor, cu asemenea aparate.

Este cert că odată cu progresele ce se vor realiza în aparatura electro-acustică, se vor putea construi, în mod simplu, circuite care să se substitue

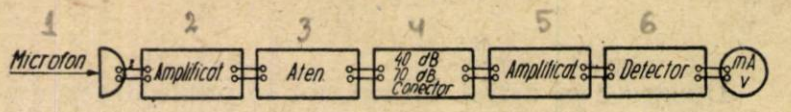


Fig. 3. Schema unui aparat pentru măsura obiectivă a tăriei sunetelor.

urechii prin caracteristicile lor, pe o gamă mult mai mare de „tării" sonore, ceeace va mări precizia măsurilor „obiective" de acest gen, conducând la întrebuințarea acestor metode, pe o scară mult mai largă.

II. TEHNICA MĂSURILOR MĂRIMILOR OBIECTIVE IN ACUSTICA MODERNĂ

Generalități. Să examinăm acum metodele de măsură a mărimilor obiective, în acustica modernă, precum și tendințele actuale ale acestei tehnici.

Să trecem prin urmare, întâi în revistă principalele *obiective* ale acestor măsurători.

Astfel, pentru desvoltarea aparaturii electro-acustice precum : microfoane, difuzoare, telefoane, pick-upuri, etc. este nevoe de a aprecia performanțele acestor aparate, în vederea perfecționării lor.

Această apreciere se poate face numai pe baza măsurării caracteristicilor lor de funcționare, care în majoritate sunt „caracteristici, de frecvență" de direcție și nelineare. Vor trebui deci măsurate : presiuni acustice, viteze și impedanțe acustice în funcție de frecvență și direcție. Aceste măsurători trebue în general făcute în câmpuri acustice de unde progresive, sau în spații cu pereți absorbanți fără reflexii.

In spații închise, în care pereții nu sunt perfect absorbanți, astfel după cum este cazul obișnuit al spațiilor pentru locuințe, săli de spectacole etc. intervin din cauza reflexiilor, probleme de acustică specială în care „timpul de reverberație" joacă un rol important.

De aceea, tehnica măsurilor de reverberație în acustica arhitecturală prezintă o importanță deosebită — acești „timpi" de reverberație fiind la baza tratamentelor acustice, moderne.

Măsura presiunilor acustice. După cum s'a spus, pentru aprecierea performanțelor aparatelor electro-acustice, este esențial a se măsura presiunea acustică într'un punct al spațiului. Presiunea acustică este acea mărime care caracterizează mai bine câmpul acustic, întrucât, oricare ar fi acest câmp, ca formă de suprafață de undă, intensitatea medie de energie radiată I, este dată în funcție de presiune de către expresia :

$$I = \frac{1}{2} \cdot \frac{p^2}{Z_0}$$

în care Z_0 impedanța acustică caracteristică, într'un câmp de unde plane. In funcție de viteză, in-

tensitatea are o expresie mai complicată și care depinde de forma suprafeței de undă.

In afară de metoda clasică, a măsurării indirecte a presiunii, prin măsura vitezei, cu discul Rayleigh, este răspândită și metoda reciprocității bazată de principiul „reciprocității" în acustică. Nu putem intra aci în detaliile acestei metode. Vom spune numai că avantajul ei constă în aceea că ne permite „calibrarea" microfoanelor, în funcție numai de mărimi electrice.

Calibrarea microfoanelor. Dacă prin una din metodele de mai sus am determinat presiunea într'un punct al unui câmp acustic, vom aduce în acel punct, microfonul, a cărui performanță voim a o măsura.

Pentru fiecare frecvență, vom măsura presiunea acustică și f.e.m. corespunzătoare, produsă de microfon. Vom trasa după aceea curba : $e/p = f(w)$, care ne va reprezenta caracteristica de frecvență a microfonului.

Această caracteristică, pentru a corespunde unui microfon de bună calitate, va trebui să fie cât mai constantă — cu frecvența (o dreaptă orizontală). Abaterile dela această curbă, ne indică punctele slabe ale microfonului, din acest punct de vedere.

In ceeace privește „caracteristicile de direcție" ale microfonului, care ne indică „eficacitatea" în funcție de direcția de unde microfonul primește sunetul, acestea se ridică, dând microfonului diferite direcții ale axului său, cu acela al sursei sunetului.

Atât caracteristicile de frecvență cât și acelea de direcție, a microfoanelor se ridică, în tehnica modernă, în mod automat ; astfel putem obține dintr'odată, înscrisă pe hârtie, sau pe ecranul oscilografului catodic, curba de răspuns a unui microfon.

Aceste sisteme de înregistrare automată se întrebuințează pe o scară tot mai largă, în tehnica măsurătorilor acustice.

Incercările difuzoarelor. In legătură cu aceste aparate electroacustice (difuzoarele) avem de ridicat aceleași caracteristici ca și la microfoane, dispozitivele experimentale sunt analoage. In plus mai avem de ridicat la difuzoare și *randamentul* electro-acustic, în funcție de frecvență, difuzorul fiind un „transformator" al energiei electrice în energie acustică, spre deosebire de microfon care este numai un „transductor" adică un dispozitiv care transformă numai unul din factorii energiei : „presiunea" sau „viteza" în f.e.m. sau curent electric. La măsura „randamentului" difuzoarelor, trebue măsurată întreaga putere acustică radiată. Aceasta se obține măsurând în fiecare punct al unei sfere, având ca centru difuzorul, presiunile, integrându-se aceste valori pe întreaga suprafață. Din valoarea presiunilor se deduce aceea a intensităților de radiație, din expresia indicată mai înainte.

Importanța măsurii caracteristicilor de direcție. In legătură cu măsurile privind difuzoarele și microfoanele, trebue subliniată importanța „caracteristicilor de direcție" adică a așa numitelor „curbe polare".

Pe baza „efectelor directive" a acestor aparate, tehnica sovietică tinde să elimine efectele unei acustici defectuoase a sălilor de spectacole, audiție etc. datorită în mare parte unei reverberații exagerate.

Această metodă modernă, substitue deci unui tratament acustic costisitor și de multe ori impracticabil, al sălii cu acustică defectuoasă, o instalație specială de sonorizare, cu microfoane și difuzoare, a căror efecte directive sunt astfel combinate și utilizate, încât reverberația să fie eliminată.

Același procedeu se poate aplica și pentru studiouri care vor putea avea un timp de reverberație mai lung și deci necesitând o tratare acustică mai sumară.

Metode de măsură a „caracteristicilor de frecvență" prin sgomot de agitație termică. In ultimul timp s'a desvoltat o nouă metodă pentru măsura caracteristicilor de frecvență a aparatelor electro-acustice (microfoane, difuzoare etc.) precum și pentru măsura timpilor de reverberație, constând în aceea că măsura nu se face trimițând în sistemul electro-acustic de măsurat o singură frecvență care se variază apoi în întreg spectrul audibil, ci se transmite în sistem un spectru continuu de frecvențe cum ar fi spre exemplu acela produs de agitația termică, într'o diodă, sau într'un microfon ; un asemenea „spectru de frecvențe" se întinde dela câteva perioade /sec., până la câteva zeci de mii de perioade.

Dacă acum se trece un asemenea spectru printr'un sistem electro-acustic „linear" având o caracteristică independentă de frecvență (sistem fără distorsiuni), acest spectru se va transmite, păstrându-se identic, la eșire, ceeace se constată „la analiză", care se face trecând spectrul dela eșirea din sistem, printr'un „filtru" de bandă îngustă. „Ieșirea" din acest filtru de bandă, măsurată cu un aparat indicator (voltmetru, miliampermetru, etc.), va rămâne constantă cu frecvența.

In cazul când „sistemul" introduce distorsiuni, indicația aparatului va varia cu frecvența — putându-se ridica astfel „caracteristica" sa de frecvență. Această nouă metodă are avantajul că se apropie mai mult de condițiile normale de funcționare ale aparatelor și sistemelor, decât metodele cu frecvență unică. Mai are însă nevoe, pentru utilizare pe scară largă, de punerea la punct și simplificarea aparaturii necesare.

Măsura timpului de reverberație. Se știe că într'un spațiu închis (cameră de locuit, sală de spectacol, etc.) un sunet emis, nu dispare simultan cu întreruperea sursei, ci treptat, după o curbă logaritmică. Timpul necesar ca sunetul să ajungă la 10^{-6} din valoarea sa inițială, în momentul întreruperii sursei, se numește „timp de reverberație" al spațiului închis, respectiv.

Acest timp variază după volumul sălii V, suprafața totală S a pereților și coeficienții de absorbție α ai materialelor depe suprafețele limitatoare ale volumului.

O formulă practică care ne dă valoarea timpului de reverberație este :

$$I_{sec} = \frac{0{,}161\ V}{\varepsilon\ \alpha\ S}$$

unde S și V sunt măsurați în m^2 și m^3 respectiv.

Pentru o bună audiție, într'o sală, s'a constatat că acest timp trebue să aibă o anumită valoare, denumindu-se *timp optim* de reverberație. *Timpul optim de reverberație*, depinde de volumul sălii; pentru aplicații practice se dau curbe ale acestui „timp optim", în funcție de volum.

Măsura lui T este deci importantă din punct de vedere practic și trebue întotdeauna cunoscută înainte de a se proceda la ameliorarea acusticei unei săli prin tratamente cu materiale absorbante. Ea ne va determina cantitatea și calitatea materialului necesar, pentru un asemenea tratament. Grație concursului dat nouă de către profesorul S. Alexeev, vicepreședintele Comisiei de Acustică de pe lângă Academia de Științe din Moscova, s'a realizat și pus la punct la Institutul de Construcții din București, instalația necesară pentru asemenea măsuri. Tot în domeniul tratamentelor acustice tehnica sovietică a realizat materiale absorbante de mare eficacitate, pe principiul rezonatorilor acustici.

In fig. 4, s'a reprodus un dispozitiv de măsură a lui T care permite și examinarea întregei curbe după care sunetul descrește până la stingerea completă.

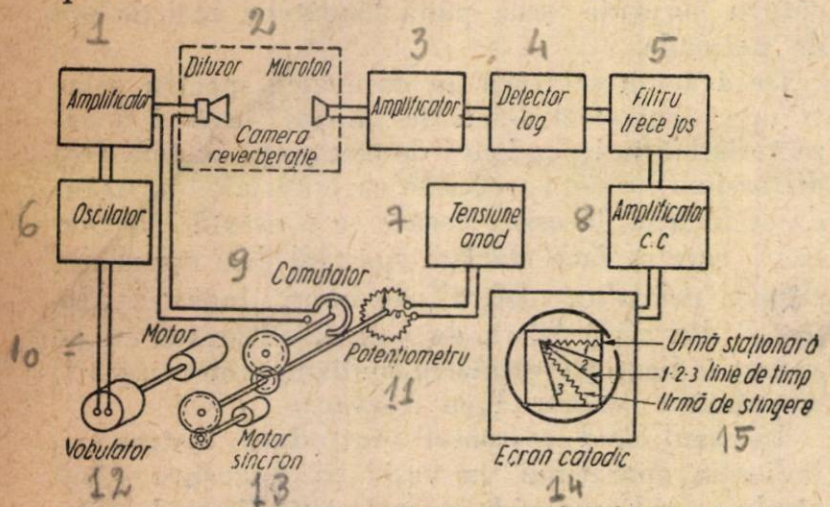


Fig. 4. Aparat pentru măsura timpului de reverberație.

Astfel, urma stingerii sunetului apare pe ecranul unui tub oscilografic catodic, cu o durată mare de persistență a imaginii.

Punctul luminos este deplasat cu o viteză constantă dela stânga la dreapta și reîntors după aceea. Stingerea se observă pe o scară de 48 dbeli.

O scară transparentă aplicată pe ecran, servește la măsura timpului de reverberație. Comutatorul întrerupe alimentarea difuzorului.

Procesul de stingere se repetă din 9 în 9 s. Oscilatorul cu „bătăi" este „vobulat" pentru a reduce efectul undelor staționare și a obține astfel o imagine a stingerii, mai uniformă.

Măsurători acustice diverse. Pe lângă măsurătorile mai importante descrise în cele de mai sus, întâlnim în Acustica tehnică modernă o întreagă serie de alte măsurători descrise în lucrări de specialitate, precum: măsura impedanțelor acustice, mecanice, măsura aparatelor de reprodus și înregistrare sonoră, — măsura coeficienților de absorbție, etc. pe care nu le putem desvolta în cuprinsul lucrării de față, care și așa a depășit cadrul unui simplu articol de revistă.

CONCLUZII

S'au prezentat, în lucrarea de față, câteva din aspectele metrologice ale Acusticei moderne, trecându-se în revistă „mărimi" și „măsurători" de bază, în această disciplină.

Desvoltarea actuală a Acusticei moderne, se datorează în bună parte înaltului grad de precizie al măsurătorilor și la care s'a ajuns, prin introducerea metodelor de măsură electrice.

Acest lucru a fost posibil, grație desvoltării unei aparaturi „electroacustice" de mare perfecțiune, care a permis transformarea mărimilor acustice greu de măsurat, în mărimi electrice, a căror măsură este lesnicioasă și poate fi făcută cu mare precizie.

Ceeace pare însă mai surprinzător, este că acest lucru a fost posibil și pentru acele mărimi acustice „subiective", a căror măsură obiectivă, prin transformarea în mărimi electrice, este astăzi posibilă și în curs de desvoltare, în vederea aplicării pe scară largă.

Dar și desvoltarea aparaturii „electro-acustice", de înaltă precizie, nu a fost posibilă decât tot în urma introducerii metodelor noi de măsură, de precizie, — astfel încât ne găsim aci în fața unui proces de desvoltare reciprocă, între „știință" și „metode de măsură", — proces general, pe care îl întâlnim și la celelalte științe, bazate pe teorie și experiență.

Bibliografie

Furduev V. V., Electroacustica, 1948.

Rschevkin S. N., Teoria și proiectarea resonatorului acustic elementar pentru absorbția sunetului. Doklady, Ac. Sc. U. R. S. S., 9(1939), vol. 22.

★

ВЕЛИЧИНЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ АКУСТИКЕ

Автор статьи демонстрирует несколько метрологических сторон современной акустики и производит обзор основных величин и измерений, в объёме этой дисциплины. Модер изация и развитие этой отрасли физики оказались в зможными благодаря развитию высокоусовершенствованной электроакустической аппаратуры, предоставившей возможность обратить трудноизмеримые акустические величины, в легкоизмеримые электрические величины, которые можно измерить с большой точностью.

Статья состоить из двух отличительных частей: первая часть посвещена субъективным методам и измерениям, а вторая—технике измерения объективных величин в современной акустике. В этой второй части рассматривается измерение передач черев микрофоны, громкоговорители. по телефону и т. д., посредством расчета основных характерных свойств этих составных деталей.

★

LEFORDITVA
1854827 III/52

O METODĂ GRAFICĂ RAPIDĂ PENTRU CALCULAREA LINIILOR DE TRANSPORT DE ENERGIE

Ing. ST. DRĂCEA

Metodele de calcul analitice sunt complicate și anevoioase, așa că se recomandă, atât studiul liniilor funcționând sub regimuri diferite, cât și studiul reglării tensiunii prin utilizarea metodei grafice.

Problema transportului de energie la distanțe mari poate fi considerată complet rezolvată din punct de vedere teoretic și practic. Ea a format obiectul preocupărilor unui mare număr de cercetători, atrași de frumusețea și dificultatea problemei, dar a suscitat în același timp, din cauza rezultatelor practice ce se întrevedeau, interesul factorilor economici și politici de pretutindeni.

Pentru a ne da seama de imensul progres ce s'a realizat în tehnica transportului de energie, este suficient să ne amintim că la sfârșitul secolului trecut producea senzație transportul unei puteri de 250 CP, la distanța de 175 km, cu un randament de 50%.

Astăzi se pot transporta, cu pierderi și cheltuieli de investiție moderate, puteri de sute de mii de kW, la distanțe de sute de km, punându-se în valoare forțele hidraulice, zăcămintele de combustibili inferiori și gazele naturale. In felul acesta s'a produs energie tot mai multă și mai eftină, făcându-se posibilă desvoltarea industriei, existența marilor aglomerații, construirea de căi ferate electrice și, în general, îmbunătățirea condițiilor de viață pentru regiuni întregi.

Prin utilizarea de tensiuni din ce în ce mai ridicate, randamentul transmisiunii de energie a sporit neîncetat, devenind sensibil egal cu acel al generatorilor. Odată cu tensiunea, au sporit însă și cheltuielile pentru izolarea liniei și construirea aparatajului corespunzător. Este puțin probabil să se producă însă din această cauză o stagnare în evoluția transportului de energie. Știința va găsi cu siguranță mijloace noi, astăzi poate nebănuite, pentru a ieși din impas.

In țara noastră, nu a existat o politică energetică ci numai o lege a energiei. Din această cauză sursele hidraulice, zăcămintele de lignit și gazul metan, au fost exploatate într'o foarte mică măsură.

In scopul utilizării raționale a surselor de energie s'a întocmit în anul 1945 un prim plan de electrificare a țării, care prevede construirea a 43 Centrale Hidroelectrice cu o putere de 1 372 kW și 10 Centrale Termoelectrice cu o putere de 710 kW, precum și executarea unei rețele de transport de 4 260 km, din care, 1 560 km de 220 kW și 3 700 de 110 kV.

Proiectarea liniilor de transport și determinarea condițiilor de funcționare și stabilitate ale acestora pentru ca interconectarea Centralelor să fie posibilă, este o problemă din cele mai dificile, necesitând calcule complicate și foarte lungi. Din această cauză s'a căutat și s'a reușit a se înlocui calculele analitice exacte, prin metode aproximative, analitice și grafice, mult mai rapide, dar totuși suficient de precise pentru practică. Una din cele mai simple metode grafice este diagrama bipolară.

In cele ce urmează se va arăta în ce constă această metodă, foarte practică pentru inginerul practician, atât pentru studiul liniei funcționând sub regimuri diferite, cât și pentru studiul reglajului tensiunii. Presupunem cunoscută teoria transportului de energie sub tensiuni foarte înalte. Ea a fost expusă pe larg și în mod magistral în numeroase tratate și reviste de specialitate.

Starea de regim a unei linii de transport se obține prin suprapunerea celor două stări particulare : de funcționare în gol sub tensiunea de regim V_2 și de scurt circuit, sub curentul de regim J_2 la receptor, pentru fiecare punct al liniei, adică :

$$\begin{aligned} J_{xse} &= J_x + J_{xo} \\ V_x &= V_{xo} + V_{xs} \end{aligned} \qquad (1)$$

sau

$$\begin{aligned} J_x &= J_2 \operatorname{ch} mx + Y V_2 \operatorname{sh} mx \\ V_x &= V_2 \operatorname{ch} mx + Z J_2 \operatorname{sh} mx \end{aligned} \qquad (2)$$

în care : J_x curentul la distanța x de capătul liniei ;
V_x tensiunea la distanța x de capătul liniei ;
J_2 curentul la receptor ;
V_2 tensiunea la receptor ;

$$m = \sqrt{(R + j L\omega) \cdot (G + j C\omega)} ;$$

$$Z = \frac{1}{Y} = \frac{R + j L\omega}{G + j C\omega} = \frac{r}{c} .$$

Rezolvarea ecuațiilor (2) de mai sus se face prin desvoltarea în serie a termenilor conținând funcțiuni hiperbolice. Aceste serii sunt foarte rapid convergente.

Știind că :

$$Z = \frac{m}{c} = \frac{r}{m} = \frac{1}{Y}$$

și înmulțind termenii ai doilea din ecuația (2) cu x (distanța dela capăt), primim :

$$\begin{aligned} J_x &= J_2 \operatorname{ch} mx - V_2 cx \frac{\operatorname{sh} mx}{mx} \\ V_x &= V_2 \operatorname{ch} mx + J_2 rx \frac{\operatorname{sh} m}{mx} \end{aligned} \qquad (3)$$

Notăm cu γ, δ și $2\mu = \gamma + \delta$, în care :

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{L\omega}{R} \text{ și } \operatorname{tg} \delta = \frac{C\omega}{G}$$

unghiurile pe care le fac termenii de corecție între ei sau cu vectorii de corectat.

Desvoltând în serie expresiunile sin h și cos h și limitându-se la primii termeni și ecuațiilor desvoltate, Schoenholzer reprezintă grafic acești termeni prin vectorii respectivi.

1. MERSUL IN GOL

a) Tensiunea în gol, la distanța x de capătul liniei este :

$$V_{x\,gol} = V_2 \operatorname{ch} mx = V_{2/0} + \frac{(mx)^2}{2} V_{2/2\mu} + \frac{(mx)^4}{24} V_{2/4\mu}$$

reprezentată prin fig. (1).

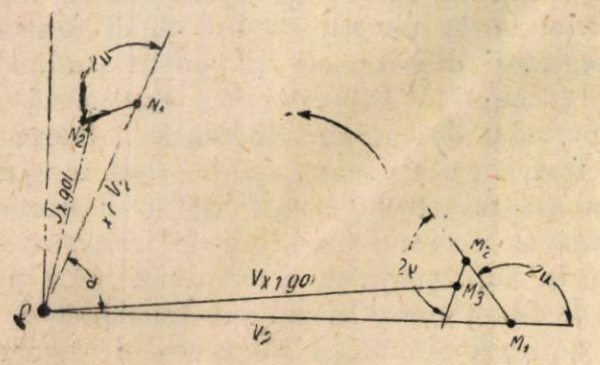


Fig. 1.

In seria de mai sus primul termen de corecție este decalat față de vectorul de corectat cu unghiul $\gamma + \delta = 2\ \mu$, iar termenul al doilea, față de primul, iarăși cu unghiul $2\ \mu$.

In fig. 1 tensiunea în gol la receptor V_2 este reprezentată prin vectorul $\overline{OM_1}$, termenul 1 de corecție prin $\overline{M_1 M_2}$, iar termenul al doilea prin $\overline{M_2 M_3}$ și tensiunea în gol $V_{x\,gol} = \overline{O\ M_3}$ se obține din :

$$\overline{O\,M_3} = \overline{O\,M_1} + \overline{M_1 M_2} + \overline{M_2 M_3}.$$

b) Curentul în gol la distanța x de capătul liniei este :

$$J_{x\,gol} = xc\,V_2 \frac{\operatorname{sh} mx}{mx} = \frac{1}{z} V_{2/\delta} + xc\,V_2 \frac{(mx)^2}{6_{\delta+2\mu}}.$$

In fig. 1, curentul în gol la receptor este reprezentat prin vectorul $\overline{ON_1}$, termenul 1 de corecție prin $\overline{N_1 N_2}$ iar curentul în gol $J_{x\,gol} = \overline{ON_2}$ se obține din

$$\overline{ON_2} = \overline{ON_1} + \overline{N_1 N_2}.$$

Curentul de încărcare $\overline{ON_1}$ este decalat în sens pozitiv față de tensiunea în gol $\overline{OM_1}$ cu unghiul δ.

2. MERSUL IN SCURT CIRCUIT

Tensiunea de scurt circuit

Dacă excitația generatorului este astfel reglată, ca în cazul când linia este scurt-circuitată la capăt, adică $V_2 = 0$, să circule curentul de plină sarcină J_2, tensiunea de scurt-circuit la distanța x de capătul liniei este :

$$V_{x\,sc} = x\,J_2\,r \frac{\operatorname{sh} mx}{mx} = xrJ_{2/\gamma} + xrJ_2 \frac{(mx)^2}{6_{\gamma+2\mu}}.$$

In fig. 2, tensiunea de scurt-circuit la receptor este reprezentată prin vectorul $\overline{O'\ Q_1}$, termenul 1 de corecție prin $\overline{Q_1\ Q_2}$, iar tensiunea de scurt circuit $V_{x\,sc} = \overline{O'Q_2}$ se obține din :

$$\overline{O'\,Q_2} = \overline{O'\,Q_1} + \overline{Q_1 Q_2}.$$

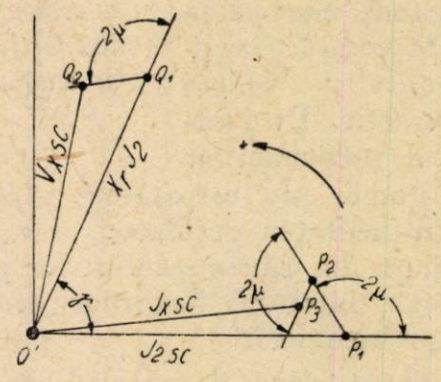


Fig. 2.

Curentul de scurt circuit

Curentul de scurt circuit la distanța x dela capătul liniei este :

$$J_{x\,sc} = J_2 \operatorname{ch} mx = J_{2/0} + \frac{(mx)^2}{2} J_{2/2\mu} + \frac{(mx)^4}{24} J_{2/4\mu}.$$

In fig. 2 curentul de scurt circuit la receptor este reprezentat prin vectorul $\overline{O'P_1}$, termenul 1 de corecție prin $\overline{P_1P_2}$, iar curentul de scurt circuit $J_{xsc} = \overline{O'P_3}$ se obține din :

$$\overline{O'P_3} = \overline{O'P_1} + \overline{P_1P_2} + \overline{P_2P_3}.$$

Tensiunea de scurt circuit $\overline{O'Q_1}$ este decalată în sens pozitiv, față de curentul de scurt circuit $\overline{O'P_1}$ cu unghiul γ.

3. MERSUL IN SARCINĂ

Regimul de funcționare la mersul în sarcină îl obținem prin suprapunerea rezultatelor pentru mersul în gol cu $V_{2\,gol}$ și în scurt circuit cu J_{2sc} :

$$J_x = J_{xsc/\varphi_2} + J + J_{x/0}$$
$$V_x = V_{x/0} + V_{x\,sc/\varphi_2} \qquad (3')$$

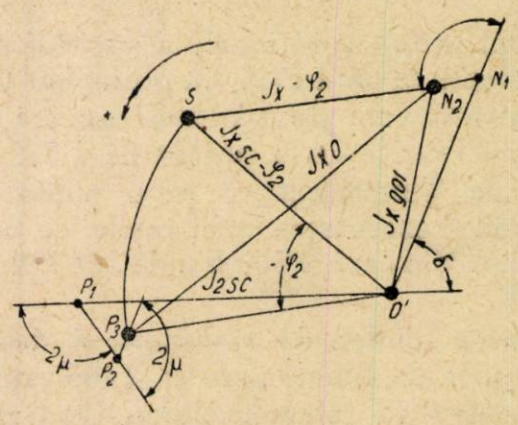


Fig. 3.

Mărimile căutate și anume tensiunea V_x și curentul J_x se obțin, când vectorul de scurt circuit

este rotit cu unghiul de decalaj, în sens pozitiv sau negativ, prin unirea capătului său cu vectorul de mers în gol, așa dar dacă se unește la cos $\varphi_2 = 1{,}0$ în diagrama tensiunilor (fig. 4) Q_2 cu M_3 și în dia-

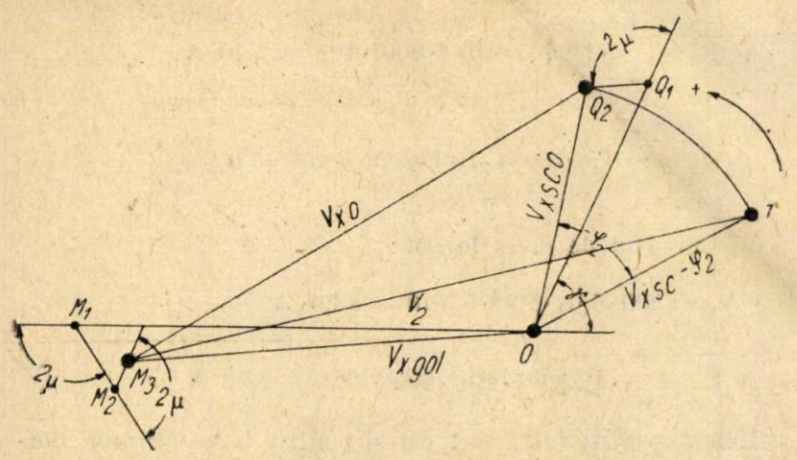


Fig. 4.

grama curenților (fig. 3) P_3 cu N_2, iar la cos $\varphi_2 <$ 1,0, T cu M_3 și S cu N_2.

4. COMBINAREA DIAGRAMELOR DE CURENT ȘI TENSIUNE

S'a reușit să se combine în așa fel diagramele de curent și tensiune, încât să putem obține direct, fără calcule suplimentare și cu suficientă precizie, mărimile ce ne interesează și anume : tensiunea V_1, curentul J_1 și factorul de putere cos φ_1 la capătul liniei (generator), dacă sunt cunoscute puterea W_2 în kW și factorul de putere cos φ_2 la receptor.

combina diagrama de curent cu diagrama de tensiune așa cum s'a făcut în fig. 5. In această figură vectorii fundamentali V_2 și J_2 se acoperă, așa că punctul M_1 coincide cu punctul P_1. Apoi împărțim vectorii $\overline{O\,Q_2}$ și $\overline{O'\,P_3}$ în porțiuni egale și tragem linii de sarcină.

In diagrama bipolară din fig. 5 au fost trase astfel de linii pentru zero, $^1/_4$, $^1/_2$, $^3/_4$ și $^4/_4$ din sarcină, iar în prelungirea dreptelor $O\ Q_2$ și $O'\ P_3$ pentru 5/4 din sarcină. După aceea au fost trase dela polii O și O' drepte radiale la stânga și la dreapta vectorilor de scurt circuit OQ_2 și $O'P_3$, care corespund factorilor de putere $\pm$ 0,9, $\pm$ 0,8, etc. In diagrama astfel combinată au fost trecute numai tensiunea de fază V_1 și curentul de fază J_1 (corespunzător lui $x = l$) pentru $W_2 = 4/4$ P la cos $\varphi = 1{,}0$ și cos $\varphi = -\,0{,}8$.

Ce valori trebue să aibă V_1, J_1 și cos φ_1 la capătul liniei, dacă se cunoaște de exemplu $W_2 =$ 20 000 kW și cos $\varphi_2 = -\,0{,}8$ la receptor?

Vom căuta mai întâi în diagrama tensiunilor din fig. 5 punctul de intersecție T între linia de sarcină pentru $W_2 = 20\,000$ kW și raza corespunzătoare factorului de putere — 0,8 și îl unim cu M_3. Dreapta M_3T reprezintă în mărime și direcție tensiunea de fază căutată, pe care o notăm cu $V_{1/-0{,}8}$.

In diagrama curenților vom căuta punctul de intersecție S între linia de sarcină pentru $W_2 =$ 20 000 kW și raza corespunzătoare factorului de putere — 0,8 și îl unim cu punctul N_2.

Dreapta SN_2 reprezintă în mărime și direcție curentul de fază căutat, pe care îl notăm cu $J_{1/-0{,}8}$.

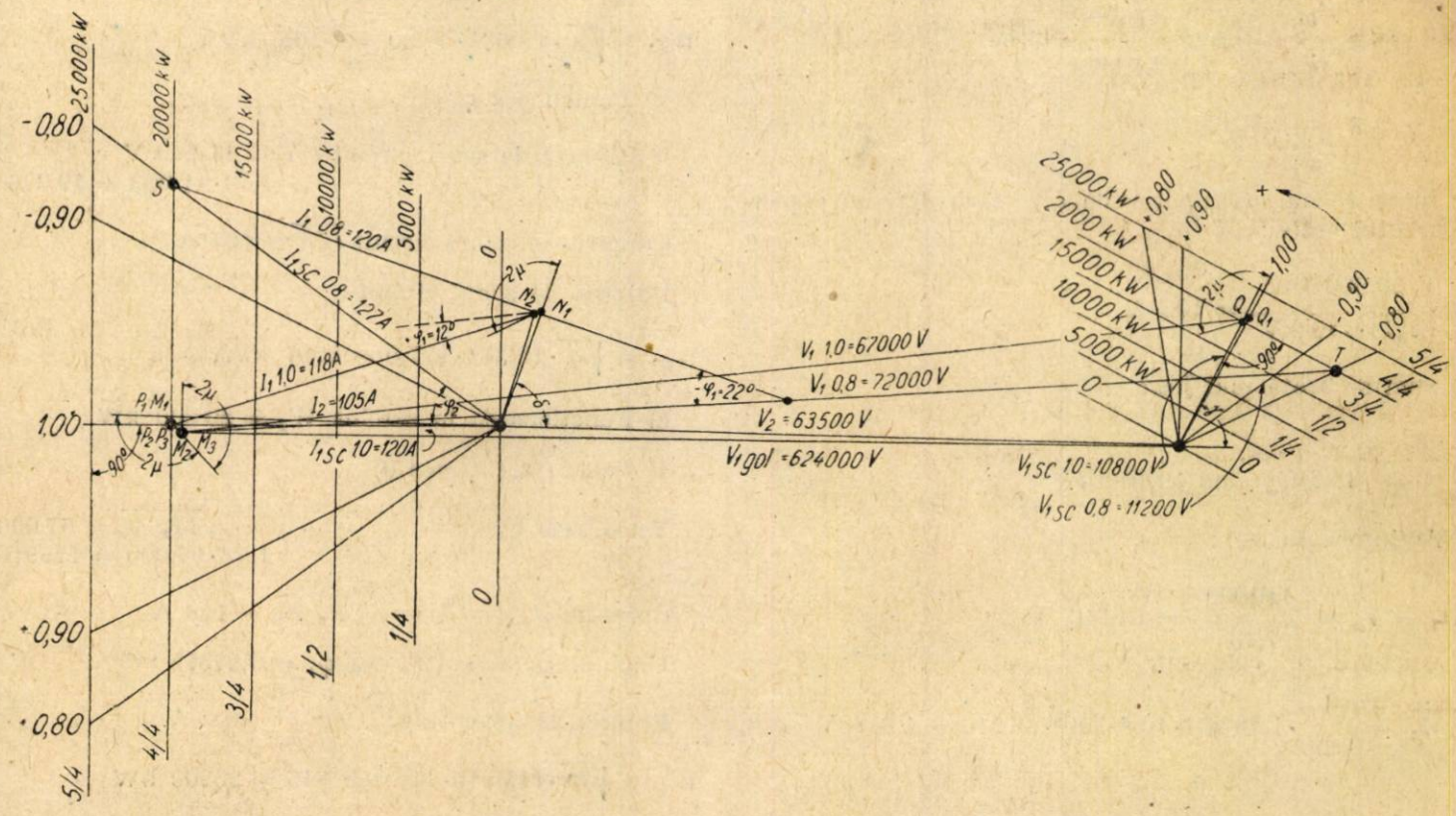


Fig. 5.

Acest lucru este posibil dacă ne gândim că vectorii de scurt circuit $V_{2sc} = \overline{O'\,Q_2}$ și $J_{2sc} = \overline{O'P_3}$ sunt direct proporționali cu curentul activ $J_{2/0}$ adică chiar cu sarcina W_2, în cazul când tensiunea la receptor V_2 este constantă. Din cauză că unghiurile 2μ la P_1, P_2 și M_1, M_2, sunt egale, putem

Unghiul $J_1\ V_1$ reprezintă factorul de putere la capătul liniei (generator) — φ_1.

Randamentul transmisiei este :

$$\eta = \frac{W_2}{3\ V_1\ J_1 \cos \varphi_1}$$

în care W_2 se exprimă în kW, iar V_1 în kV.

EXEMPLU DE CALCUL

Să se construiască diagrama de funcţionare pentru o linie de 110 kV, 200 km, 20 MW, la cos $= -0{,}8$, construită din conductorii de cupru de 95 mm² pe stâlpii de lemn tip H.

Datele problemei sunt:

Sarcina normală	W_2	= 20 000 kW
Sarcina de vârf	W_2	= 25 000 kW
Factorul de putere minim	$\cos \varphi_2$	$= -0{,}8$
Tensiunea compusă	$V_2 \sqrt{3}$	= 110 000 V
Tensiunea simplă	V_2	= 63 510 V
Lungimea liniei	$l = x$	= 200 km
Secţiunea conductorilor	q	= 95 mm², Cu
Diametrul conductorilor	d	= 12,5 mm
Distanţa între conductori $d_1 = \sqrt[3]{3{,}25 \cdot 3{,}25 \cdot 6{,}50}$		= 4,0 m
Distanţa între stâlpi	a	= 160 m
Poziţia conductorilor		în linie
Transpunerea conductorilor		fiecare fază descrie 120° la 4 km,
Conexiunile		stea la ambele capete. Punctele neutre puse la pământ.

Constanţele liniei pe fază şi km

$R = 0{,}1953$ ohm
$L\omega = 0{,}3800$ ohm
$C\omega = 3{,}04 \cdot 10^{-6}$ Siemens
$G = 0{,}10 \cdot 10^{-6}$ Siemens
$r = R + j\, L\omega = 0{,}4242$
$c = G + j\, C\omega = 3{,}04 \cdot 10^{-6}$
$m^2 = r \cdot c = 0{,}4242 \cdot 3{,}04 \cdot 10^{-6} = 1{,}28\,957 \cdot 10^{-6}$

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{L\omega}{R} = \operatorname{arctg} \frac{0{,}3800}{0{,}1953} = 62^\circ\, 50'$$

$$\delta = \operatorname{arctg} \frac{C\omega}{G} = \operatorname{arctg} \frac{3{,}0400}{0{,}1000} = 71^\circ 50'$$

$$2\mu = \gamma + \delta = 134^\circ 40'.$$

Cu datele de mai sus se pot calcula vectorii diagramei pentru curentul activ:

$$J_2 = \frac{20\,000 \text{ kW}}{1{,}73 \cdot 110 \text{ kV}} = 105 \text{ A}$$

după cum se arată mai jos:

1. *Diagrama tensiunilor*

a) Tensiunea în gol:

$$\overline{OM_1} = V_2 = \frac{110000}{1{,}73} = 63\,510 \text{ V}$$

$$\overline{M_1M_2} = \frac{1}{2} \cdot 1{,}28\,957 \cdot 10^{-6} \cdot 200^2 \cdot 63\,510 = 1\,638 \text{ V}$$

$$\overline{M_2M_3} = \frac{1}{24} \cdot (1{,}28\,957 \cdot 10^{-6} \cdot 200^2)^2 \cdot 63\,510 = 6{,}98 \text{ V}$$

b) Tensiunea în scurt circuit:

$$\overline{O\,Q_1} = 200 \cdot 0{,}4242 \cdot 105 = 8908 \text{ V}$$

$$\overline{Q_1Q_2} = \frac{1}{6}\, 1{,}28957 \cdot 10^{-6} \cdot 200^2 \cdot 8908 = 76{,}6 \text{ V}$$

2. *Diagrama curenţilor*

a) Curentul de scurt-circuit:

$$\overline{O'\,P_1} = J_2 = 105 \text{ A}$$

$$\overline{P_1P_2} = \frac{1}{2} \cdot 1{,}28957 \cdot 10^{-6} \cdot 200^2 \cdot 105 = 2{,}70 \text{ A}$$

$$\overline{P_2P_3} = \frac{1}{24} \cdot (1{,}28957 \cdot 10^{-6} \cdot 200^2)^2 \cdot 105 = 0$$

b) Curentul de mers în gol:

$$\overline{ON_1} = 200 \cdot 3{,}04 \cdot 10^{-6} \cdot 63510 = 38{,}6 \text{ A}$$

$$\overline{N_1N_2} = \frac{1}{6} \cdot 1{,}28957 \cdot 10^{-6} \cdot 200^2 \cdot 38{,}6 = 0{,}33 \text{ A}.$$

Luând pentru 1 kV = 1 cm şi pentru 1 A = 2 mm, diagrama bipolară, construită cu vectorii de mai sus, este reprezentată în fig. 5.

a) Funcţionarea în gol

Tensiunea în gol $\overline{OM_3} = 62400$ V
$1{,}73 \cdot 62400$ V = 107350 V
Curentul în gol $\overline{O'\,N_2} = 37{,}5$ A
Puterea în gol:

$$W_0 = \sqrt{3} \cdot 107350 \cdot 37{,}5 = 7020 \text{ kVA}$$

b) Funcţionarea în scurt circuit

1. Pentru cos $\varphi = 1{,}0$
Tensiunea de scurt circuit $\overline{O\,Q_2} = 10\,800$ V.
$1{,}73 \cdot 10800 = 18\,684$ V
Curentul de scurt-circuit $\overline{O'\,P_3} = 102$ A
Puterea în scurt-circuit:

$$W_{sc} = \sqrt{3} \cdot 18\,684 \cdot 102{,}0 = 3\,305 \text{ kVA}$$

2. Pentru cos $\varphi = 0{,}8$

Tensiunea de scurt circuit $\overline{OT} = 11\,200$ V
$1{,}73 \cdot 11\,200 = 19\,376$ V
Curentul de scurt-circuit $\overline{O'S} = 127$ A
Puterea de scurt circuit:

$$W_{sc} = \sqrt{3} \cdot 19\,376 \cdot 127{,}0 = 4267 \text{ kVA}$$

c) Funcţionarea în sarcină $W_2 = 20\,000$ kW

1. Pentru cos $\varphi = 1{,}0$

Tensiunea V_1 $\overline{M_3\,Q_2} = 67\,000$ V
$1{,}73 \cdot 67\,000 = 115910$ V
Curentul J_1 $\overline{P_3\,N_2} = 118$ A
Unghiul $\varphi_1 = +12^\circ$, cos $\varphi_1 = 0{,}97815$
Puterea la generator:

$$W_1 = \sqrt{3} \cdot 115\,910 \cdot 118 \cdot 0{,}97815 = 23200 \text{ kW}$$

Căderea de tensiune:

$$\Delta V = \frac{115\,910 - 110\,000}{110\,000} = +5{,}3\,\%$$

Randamentul transmisiunii:

$$\eta = \frac{20\,000}{23\,200} = 0{,}86 \text{ sau } 86\,\%$$

Pentru $\cos \varphi = -0{,}8$

Tensiunea V_1 $\quad \overline{M_3 T} = 72400$ V

$1{,}73 \cdot 72\,400 = 125\,252$ V

Curentul J_1 $\quad \overline{S N_2} = 120$ A

Unghiul $\varphi_1 = -22^0$, $\cos \varphi_1 = -0{,}92718$

Puterea la generator:

$W_1 = \sqrt{3} \cdot 125520 \cdot 120 \cdot 0{,}92718 = 24\,166$ kW

Căderea de tensiune:

$$\Delta V = \frac{125\,520 - 110\,000}{110\,000} = 0{,}14 \text{ sau } + 14\%$$

Randamentul transmisiunii:

$$\eta = \frac{20\,000}{24\,166} = 0{,}82 \text{ sau } 82\%.$$

In acelaşi mod procedăm pentru celelalte sarcini şi decalaje.

Cu această metodă grafică se obţin rezultate suficient de exacte în practică pentru linii până la 300 km. Peste această lungime, fiind nevoie a se opri primii trei termeni ai desvoltărilor, din care unii nu pot fi reprezentaţi uşor cu aproximaţia necesară, rezultatele obţinute sunt discutabile.

Liniile ce urmează a se construi în baza planului general de electrificare a ţării nu depăşesc între centrale şi staţiunile de conexiune, respectiv centrele de consumaţie, distanţa de 300 km.

In consecinţă, metoda grafică expusă mai sus va putea fi utilizată cu succes.

Bibliografie

Lăzărescu I. Gh., Problema transportului de energie sub tensiuni foarte înalte, Bul. Soc. Politehnice, 10 (1927), 2 (1928) şi 5 (1928).

Glazunov A. A., prof., Reţelele sistemelor electrice, Editura Tehnică, 1951.

★

СКОРЫЙ ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Резюме

Ввиду того, что выполнение общего плана электрификации страны тесно связано с вопросом проектирования линий передачи элекроэнергии, следует особенно тщательно определить условия ух работы и устойчивости, для обеспечения взаимосвязи станций.

Аналитическия методы расчета сложны и затруднительны и поэтому рекомендуется при изучении линий, работающих при разных режимах, а также для изучения регулирования напряжения, пользоваться графическим методом.

Один из этих методов основан на теореме, согласно которой состояние режима линии электропередачи, получается путем стыковки холостого действия под напряжением V_2 и короткого замыкания, у приемника под режимным током J_2. При помощи диаграммы можно определить напряжение V_1, ток J_1 и фактор мощности $\cos_1$ у генератора, если нам известны мощность W_2 в квт и фактор мощиости $\cos_1$ у приемника.

Полученные результаты действительны для линий длиной до 300 км.

★

COMPENSAREA PUTERII REACTIVE

Ing. M. PROVINCEANU

Articolul se ocupă de aplicarea unor diagrame speciale care permit examinarea oricărei situaţii a sarcinilor. Se mai arată şi posibilitatea de a se construi şi alte diagrame, în special în cazul bateriilor de condensatori statici şi anume diagrama duratei de utilizare a treptelor bateriei, precum şi alte diagrame utile, ca: factorul de putere în funcţie de puterea reactivă, ca şi în funcţie de timp. Toate aceste diagrame au la bază curbele: $Q = f(P)$ şi $Q = f(t)$, care se pot ridica cu wattmetri şi varmetri înregistratori.

Unul din marile neajunsuri ale curentului alternativ constă în aceea că este strâns legat de puterea reactivă, o putere, care deşi are o realitate fizică, nu se poate transforma în lucru mecanic sau electric util; ea grevează însă toate instalaţiile, dela uzina producătoare până la receptor şi are următoarele efecte:

a) produce o scădere a randamentului;

b) produce căderi de tensiune;

c) imobilizează materialul activ din instalaţii.

Se ştie că prezenţa puterii reactive înseamnă o scădere a randamentului generatorilor, transformatorilor, etc. In specificările acestora sunt totdeauna menţionate curbele de randament în funcţie de factorul de putere.

Se menţionează că aici nu este vorba de „ameliorarea factorului de putere" ci de compensarea puterii reactive; noţiunea de factor de putere este bine definită numai în cazul curenţilor sinusoidali; în cazul curenţilor nesinusoidali el este definit ca un raport de puteri şi anume:

$$K = \frac{\text{Puterea activă}}{\text{Puterea aparentă}} = \frac{\Sigma P}{S}$$

în care: ΣP suma puterilor active corespunzătoare armonicei de ordinul i;

S putere aparentă în circuit.

Noțiunea de putere reactivă este însă mai bine definită.

Puterea reactivă este strâns legată de căderile de tensiune în transmisiile de energie; diagramele de funcționare ale liniilor de transport arată clar acest lucru.

In ceeace privește imobilizarea materialului activ, se va arăta un punct de vedere nou. In adevăr, dimensionările de metal activ trebue făcute după valoarea curentului total, adică după puterea aparentă. Curentul activ este însă totdeauna mai mic; de aici rezultă că secțiunea de metal este mai mare decât aceea care ar trebui adoptată pentru puterea activă. Ori, faptul că puterea aparentă este totdeauna mai mare decât puterea activă se datorește tocmai prezenței puterii reactive, după cum arată relația:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

și numai când puterea reactivă este nulă avem:

$$S = P.$$

Prin urmare se poate considera că secțiunea de metal activ ocupată de puterea reactivă este o secțiune pierdută, sau o imobilizare inutilă atâta timp cât există mijloace de compensare a puterii reactive.

In tabela 1 s'a luat de bază cazul unui transport de energie pentru o putere activă de 1000 kW în trifazat, sub o tensiune constantă de 10 kV.

Rezultă că cos $\varphi = 1 \cdot I = 57{,}7$ A, cu o secțiune necesară de 16 mm².

cos φ	$\frac{S=P}{\frac{1}{\cos\varphi}}$	I_{ap}	Secțiunea necesară pentru I_{ap}	Creșterea de secțiune %	Creșterea de secțiune %
1	1 000	57,7 A	16 mm²	—	—
0,9	1 110	64,2 „	17,8 mm²	1,8	11,25
0,8	1 250	72,3 „	20 „	4	25
0,7	1 430	82,6 „	23 „	7	43,75
0,6	1 666	96,4 „	26,8 „	10,8	67,5
0,5	2 000	115,6 „	32,1 „	16,1	100,5
0,4	2 500	144,5 „	40,2 „	24,2	151,5
0,3	3 333	192,5 „	53,5 „	37,5	234

Se vede că, chiar la factori de putere considerați drept „buni" creșterea de secțiune necesară pentru puterea reactivă este importantă, ajungând la cifre impresionante pentru factori de putere „răi", care însă se pot întâlni efectiv în instalațiile petrolifere, agricole, etc.

Creșterea de secțiune se poate considera ca o pierdere sau ca o imobilizare inutilă de metal activ, mai ales când se pune în mod imperios utilizarea la maximum a instalațiilor existente, adică economii. Se va vedea că totul este în funcție de studiul economic și că factorul economic decide dacă, cum și cât se realizează compensarea puterii reactive.

Se știe, că puterea reactivă este de două feluri: putere reactivă inductivă și putere reactivă capacitivă, de semne opuse. Compensarea este bazată tocmai pe diferența de semne între aceste puteri. Matematicește, se tinde la anularea expresiei:

$$L\omega = \frac{1}{C\omega}.$$

In cele ce urmează se va considera armonica fundamentală; dacă există armonice superioare importante, sau se renunță la compensarea lor, sau se renunță la compensarea undei fundamentale, două compensări diferite fiind imposibil de făcut în același circuit.

Se mai știe că locul unde trebue făcută compensarea este acela unde este nevoie de putere reactivă; teoreticește, acest loc este chiar receptorul electric; în mod practic însă, se aleg locurile unde sunt grupuri mai însemnate de receptoare, bornele unei instalații importante, capete de feederi, posturi de transformare, extremități de linii de transport etc. Locul depinde totdeauna de considerații locale și diferă dela caz la caz.

In general, puterea reactivă de care au nevoie receptoarele este de natură inductivă și servește acestora la întreținerea câmpului lor magnetic. De aceea mijloacele de compensare sunt producătorii de putere capacitivă. Sunt cazuri însă când trebue compensată puterea capacitivă: cazul liniilor de transport de energie la distanțe mari și sub tensiuni mari.

Oricare ar fi cazul, compensarea se face tot cu putere reactivă, dar de semn contrar celei ce trebue compensată.

S'au găsit mijloace de compensare pentru motoarele de inducțiune, mijloace rar întrebuințate pentrucă sunt costisitoare. S'a recurs la motoarele sincrone supraexcitate, condensatori rotativi, cum se mai numesc; azi se întrebuințează mult condensatorii statici, care au ajuns la un mare grad de perfecționare, deși compensarea cu ajutorul lor nu este perfectă, după cum se va arăta mai departe.

In cele ce urmează se va expune calculul compensării cu ajutorul diagramelor, ale dipolului și quadripolului pasiv pentru liniile de transport, capetele de feederi și, în general, cu ajutorul unei curbe

$$P = f(Q)$$

ce se poate ridica cu ajutorul wattmetrilor și varmetrelor înregistratoare.

Desigur, că se poate întrebuința și calculul algebric; acesta prezintă însă inconvenientul că trebue repetat pentru fiecare situație în parte; este de natură „statică"; diagramele însă, care în fond nu sunt decât reprezentarea grafică a calculului algebric, servesc pentru o infinitate de situații și sunt deci mai „dinamice". De aceea, acestea se vor folosi în acest studiu.

Se ia de exemplu, o diagramă a extremității unei linii de transport de energie. Se presupune că este vorba de o linie de mare tensiune cu constante uniform repartizate (diagrama quadripolului pasiv). Punctul O este extremitatea vectorului $\overline{U_2}$ (tensiunea la sosire) și C este extremitatea vectorului $\overline{AU_2}$, din prima ecuație a quadripolului

$$\overline{U_1} = \overline{AU_2} + \overline{BI_2}$$

în care toate cantitățile sunt de formă complexă.

In această diagramă sunt trasate axele CP_a, axa puterilor active și CP_r, axa puterilor reactive.

Diagrama corespunde, după cum este uzul, undei fundamentale.

S'a luat $\overline{U_2} = 100$ cm de unde rezultă că, pe prelungirea lui $\overline{U_2}$ se vor obține căderile de tensiune în procente după formula :

$$\Delta U_2\,\overline{U} = 100\,\frac{\overline{U_1} - \overline{U_2}}{\overline{U_2}}$$

adică raportate la U_2.

transport este însă o soluțiune oneroasă ; compensarea energiei reactive este mai avantajoasă.

Să presupunem că se instalează la bornele sarcinii $\overline{CM_1}$ un agregat de compensare capabil să furnizeze o putere reactivă egală cu $\overline{m_1\,m'}$.

Ar trebui să se traseze curba agregatului

$$P = f\ (Q)$$

la stânga punctului C, dealungul axei P_r capacitive. Pentru a evita construcții geometrice inutile, ea se transportă paralel cu ea însăși în punctul

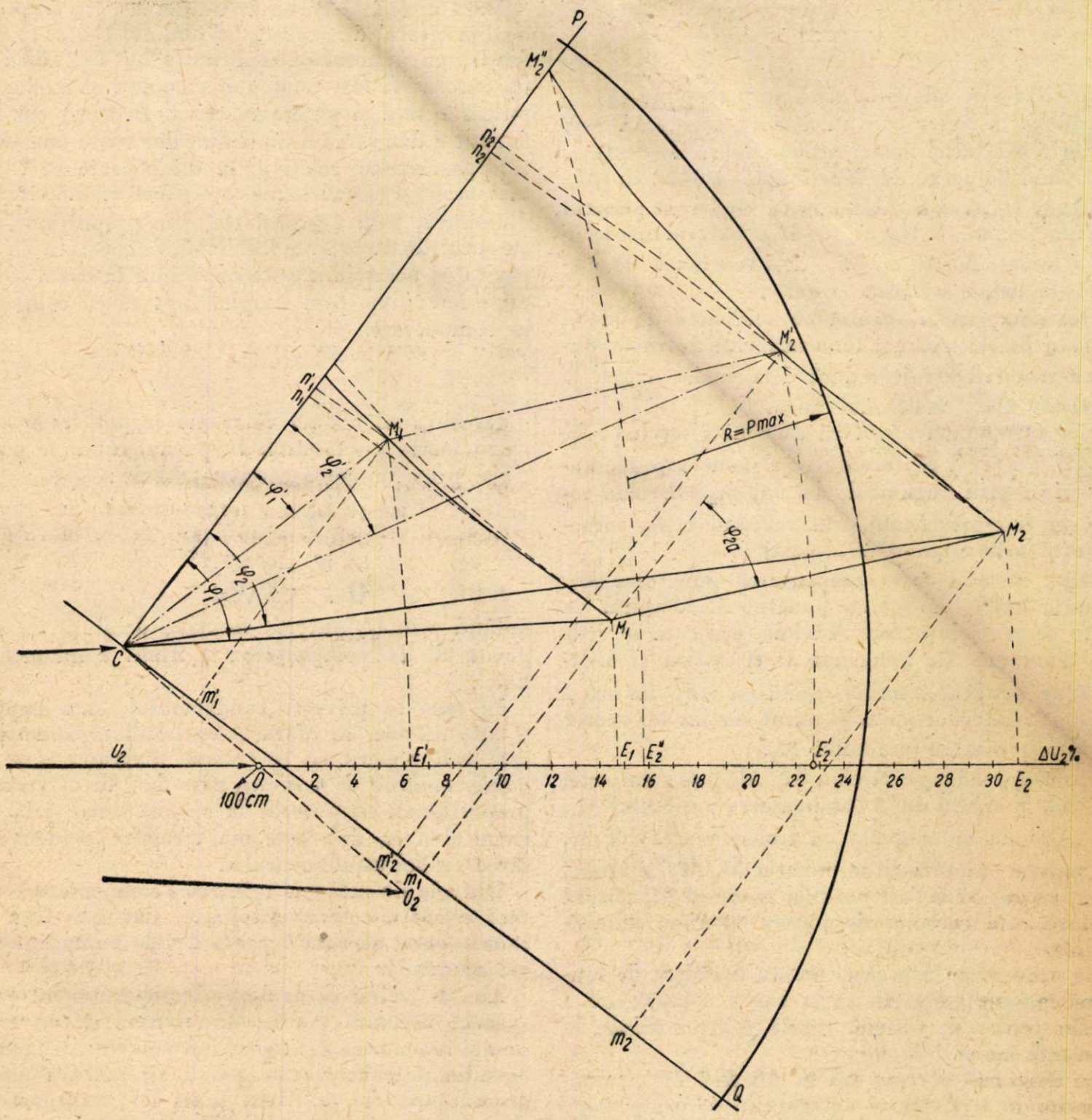


Fig. 1. Diagrama compensării puterii reactive la o linie aeriană de transport de energie cu constante uniform repartizate.

Fie sarcina reprezentată prin vectorul $\overline{CM_1}$ decalat inductiv de unghiul φ_1. Căderea de tensiune corespunzătoare este $\overline{OE_1}$. Puterea activă este reprezentată prin vectorul $\overline{Cn_1}$, iar puterea reactivă prin vectorul $\overline{Cm_1}$.

Ca să se micșoreze căderea de tensiune ar trebui dublată linia de transport ; soluția măririi secțiunii de cablu nu dă rezultate bune. Dublarea liniei de

M_1. Curba are alura din diagramă. Dacă este vorba de condensatori, curba are o pantă foarte mică pierderile condensatorilor care se fabrică azi fiind foarte mici, de ordinul de 0,05% din puterea nominală.

Punctul M_1 trece în M'_1 la care corespunde o cădere de tensiune egală cu $\overline{OE_1}'$. Puterea activă crește cu cantitatea $\overline{n_1 n'_1}$ care sunt pierderile agre-

gatului de compensare, iar puterea reactivă care mai rămâne de transportat prin linia de transport este reprezentată prin vectorul $\overline{C'_{mi}}$ cu mult mai mic decât fără compensare.

Decalajul sarcinii a scăzut dela φ_1 la φ'_1 şi noul vector reprezentativ al sarcinii este $\overline{CM'_1}$, mai mic decât $\overline{CM_1}$. Intrucât vectorii $\overline{CM_1}$ cât şi $\overline{CM_1}'$ sunt proporţionali cu curentul $\overline{I_2}$ al sarcinii, rezultă că şi pierderile vor fi mai mici după compensare decât înainte de compensare şi anume în raportul

$$\left(\frac{\overline{CM'_1}}{\overline{CM_1}}\right)^2.$$

Aceasta este adevărat dacă se presupune că $\overline{U_2}$, tensiunea la sosire este menţinută constantă prin variaţia excitaţiei uzinei producătoare de energie; ori, când punctul de funcţionare a fost în M_1, vectorul $\overline{U_1}$ avea ca extremitate M_1; dacă punctul de funcţionare a trecut în M'_1, extremitatea lui $\overline{U_1}$ a trecut din M_1 în M'_1, deci tensiunea la plecare, la uzină a variat şi ea.

Din compensare rezultă că secţiunea de metal activ a liniei este mai bine utilizată, întrucât puterea reactivă a fost redusă dela valoarea $\overline{Cm_1}$ la valoarea $\overline{Cm'_1}$ mult mai mică.

Să presupunem acum că s'ar mări sarcina; fie $\overline{M_1\ M_2}$ vectorul reprezentativ al nouei sarcini, caracterizat prin unghiul de decalaj φ_{2a}. Sarcina totală ar fi reprezentată prin vectorul $\overline{CM_2}$, caracterizată prin unghiul de decalaj φ_2.

Dacă nu s'ar face compensarea punctului M_1, situaţia ar fi imposibilă, punctul M_2 căzând în afara cercului de putere maximă, aşa cum se vede din diagramă. De asemenea ar fi existat şi o cădere de tensiune enormă, egală cu $\overline{OE_2}$, iar excitaţia generatorilor nu ar fi putut susţine un vector $\overline{U_1}$ corespunzător punctului M_2.

Dacă s'ar adăuga sarcina $\overline{M_1\ M_2}$, aşa cum este, la situaţia creată după compensarea punctului M_1, în diagramă ar echivala cu transportarea lui $\overline{M_1\ M_2}$ paralel cu el însuşi în punctul $\overline{M_1\ M_2'}$ şi atunci funcţionarea ar fi fost posibilă, punctul M_2 căzând în interiorul cercului de putere maximă admisibilă.

Se presupune însă că ar exista o cădere de tensiune inacceptabilă. In acest caz o compensare a noului vector de sarcină totală poate conduce la rezultate bune.

In diagramă se trasează în $M_2\ M'_2\ M''_2$ caracteristica $P_r = f(Q)$ a agregatului de compensare (curba în V a motorului sincron, etc.) şi se presupune că acest agregat debitează o putere inductivă egală cu $\overline{M_2\ m'_2} = \overline{m_2\ m'_2}$.

Noul punct de funcţionare a trecut din M_2 în M'_2, sarcina liniei de transport este proporţională cu $\overline{CM'_2}$ şi noul decalaj este $\varphi'_2 > \varphi_2$, deci având un factor de putere mai bun.

Puterea activă a crescut dela $\overline{C'_{n_1}}$ la $\overline{C_{n_2}} + \overline{n_2\ n'_2} = \overline{C_{n'_2}}$, unde $\overline{n_2\ n'_2}$ reprezintă pierderile în dispozitivul de compensare.

Puterea reactivă care ar mai rămâne de transportat prin linie ar fi: $\overline{C_{m'_2}}$, mai mică decât $\overline{C_{m_2}}$, iar noua cădere de tensiune ar fi $\overline{OE_2}$ mai mică decât $\overline{OE_2}$, care ar putea cădea în limitele acceptabile.

Desigur, că dacă dispozitivul de compensare ar putea debita întreaga putere inductivă a sarcinii, adică $\overline{C_{m_2}}$, punctul de funcţionare ar trece în M''_2, unde linia nu ar mai avea de transportat decât sarcină activă, adică cu un decalaj nul, iar căderea de tensiune ar fi $\overline{OE''_2}$, mult mai mică.

Dacă ar fi fost vorba de o linie la care se putea neglija efectul de capacitate, punctul C s'ar fi confundat cu punctul extremitate a lui U_2, adică cu O_2, care ar fi fost noul punct comun al axelor de putere activă şi putere reactivă. In acest caz am fi avut o diagramă a dipolului, dar toate construcţiile geometrice relative la compensare ar fi rămas aceleaşi şi concluziile ar fi fost asemănătoare.

Intrucât însă vectorul $\overline{OC}$ este proporţional cu curentul de mers în gol al liniei, se constată că capacitatea acesteia are un efect bun în cazul sarcinilor inductive, prin simplul fapt că ea contribue la compensare.

* * *

Cu ajutorul acestei diagrame se pot trage concluzii foarte interesante. In primul rând, se poate trage prin puncte succesive curbele:

1) $U_2 = f(Q_c)$,
2) $\cos \varphi_2 = f(Q_c)$
3) $U_1 = f(Q_c)$
4) $\rho = f(Q_c)$

notând prin Q_c puterea reactivă debitată de dispozitivul de compensare; ρ fiind randamentul liniei.

In ceea ce priveşte randamentul, care implică şi alte calcule, în afara construcţiilor geometrice, este mai nimerit să se traseze diagrama zisă a *polilor multipli de tensiune*, care dau direct vectorii proporţionali cu puterile la origină liniei şi la extremitatea ei, deci este mai proprice pentru trasarea curbei randamentului.

Din cele de mai sus reiese că o compensare a puterii reactive este avantajoasă. Cât este însă de avantajoasă, aceasta o poate decide numai un calcul economic.

Aici ar trebui să se facă o comparaţie între investiţia necesară pentru dispozitivul de compensare şi aceea care ar fi necesară pentru satisfacerea nevoilor pe căile clasice, adică, fie mărirea uzinei generatoare, fie dublarea liniei de transport, fie şi una şi alta; firește că soluţiile posibile diferă dela caz la caz şi se poate ajunge la concluzii mixte. Factorul economic este însă acela care decide definitiv.

Una din curbele care se mai pot trasa cu ajutorul diagramei de mai sus este şi aceea a *secţiunii de metal activ al liniei în funcţie de puterea debitată de dispozitivul de compensare*. Această curbă va da o idee de secţiunea rămasă disponibilă pentru putere activă şi poate, în unele cazuri, înlocui curba randamentului.

In cele de mai sus nu s'a precizat deloc felul dispozitivului de compensare; acesta poate fi oricare, fie condensator rotativ, adică motor sincron supraexcitat, fie generator asincron sincronizat și supraexcitat, fie condensatori statici.

In ultimii ani, s'au întrebuințat pe scară foarte mare condensatorii statici pentru tensiuni până la 150 kV și de puteri care nu erau limitate decât de necesități.

Bateriile de condensatori au avantajul că sunt constituite din elemente unitare, întocmai ca bateriile de pile galvanice. Ele se întrebuințează împărțite în scări, în trepte, al căror număr și mărime se stabilesc după curba de sarcini în funcție de timp, sau, mai bine, după o curbă:

$$Q = f\ (P)$$

care se poate trasa cu ajutorul a două instrumente înregistratoare, un kilowattmetru și un kilovarmetru. Eliminând timpul între aceste curbe, se obține curba de mai sus.

Când este vorba de proiectări, această curbă nu poate fi cunoscută a priori decât în mod foarte vag. De aceea se vor folosi diagramele de mai sus. Dacă însă este vorba de instalații existente unde se pune problema economiei de material și a utilizării lui la maximum, atunci se utilizează curba $Q = f\,(P)$, care poate fi ușor ridicată.

Intrebuințarea condensatorilor. Compensarea făcută cu ajutorul mașinilor rotative este mai potrivită decât aceea făcută cu ajutorul bateriilor de condensatori. In adevăr, excitația mașinilor rotative poate fi reglată în mod foarte fin, chiar în mod continuu, în așa fel încât se poate urmări curba $Q = f\ (P)$ cât voim.

Firește că nu se va merge până într'atât încât să se urmărească și variațiile de durată foarte scurtă a sarcinii, dar, un sistem automat de reglaj în funcție de exemplu de factorul de putere, poate fi ușor imaginat și se poate merge cu urmărirea variațiilor până la timpuri relativ mici așa încât, compensarea poate fi aproape $100^0/_0$.

Când este vorba însă cu baterii de condensatori, situația se schimbă. Treptele bateriei sunt puse și scoase din circuit de întrerupători și deci este clar că nu se admite un joc continuu al acestor aparate și nici așa numitele mișcări pendulare, când sarcina ajunge la o valoare care poate coincide cu valoarea de trecere dela o treaptă la alta a bateriei de condensatori. Pentru evitarea acestor mișcări pendulare, a căror existență implică o continuitate de fenomene tranzitorii în rețea tocmai prin jocul de închis-deschis al întrerupătorilor bateriei, se intercalează un aparat de comandă a treptelor bateriei care are o anumită inerție. Până acum s'a dovedit că, la trepte în număr redus, inerția cea mai bună este aceea care corespunde la 10—20% din sarcina nominală. Urmarea este că la creșterea sarcinii vom avea situații de compensare diferite de situațiile dela scăderea sarcinei și că, deci, se poate în âmpla ca pentru aceeași valoare a sarcinii să avem două valori diferite a bateriei de condensatori, deci două valori a puterii reactive compensate.

In fig. 2 este reprezentată compensarea unei curbe $Q = f\ (P)$ cu ajutorul unei baterii de condensatori în 4 trepte. Prima treaptă a bateriei este totdeauna sub tensiune. Este vorba de punctul A de pe curbă, care se mută în A' datorită primei trepte γ_1 a bateriei de condensatori.

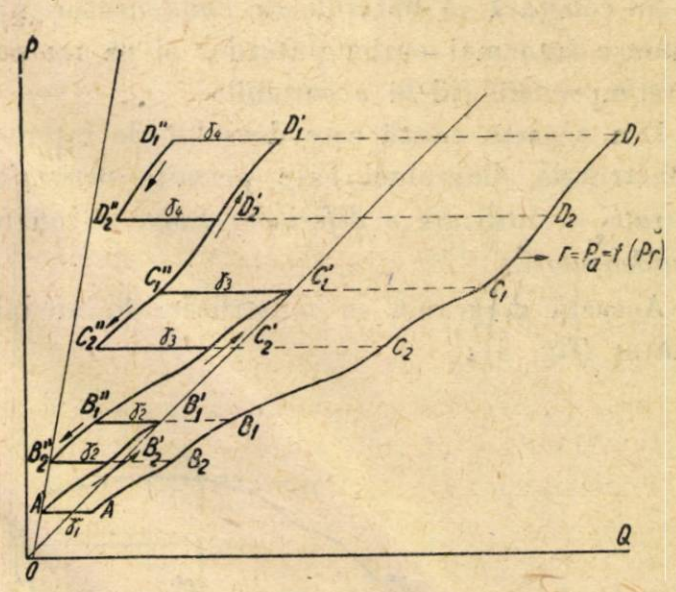


Fig. 2. Diagrama de compensare cu baterie de condensatori în patru trepte

Puterea crescând conform curbei Γ, se atinge la un moment dat punctul B_1, când este pusă în funcțiune a doua treaptă a bateriei de condensatori, γ_2.

In C_1 intervine a treia treaptă a bateriei, și în D_1 a patra treaptă, γ_4.

Compensarea face ca punctul reprezentativ al sarcinii să parcurgă drumul $A'\ B'_1\ B''_1\ C'_1\ C''_1\ D'_1\ D''_1$.

La întoarcere, din cauza inerției aparatului de comandă a treptelor bateriei, punctul reprezentativ al sarcinii urmează drumul diferit de primul:

$$D''\ \ D''_2\ D'_2\ C''_2\ C'_2\ B''_2\ B'_2\ A'$$

De aci, se constată că există un factor de putere maximum, corespunzător punctului D''_2 și unul minimum, corespunzător punctului B_1. Se pot restrânge limitele de variație a factorului de putere, dar aceasta implică un număr mai mare de trepte în bateria de condensatori, un număr mai mare de întreruptori, deci un cost mai mare.

Aparatele de comandă a bateriei de condensatori se construesc de obicei pentru 4 trepte cel mult; se pot așeza însă două sau mai multe de asemenea aparate în serie, care intră în funcțiune unul după altul, fiecare fiind reglat pentru limite succesive ale sarcinii.

Ele sunt, în sumă, discuri Ferraris, care comandă un arbore care poartă contactele prin care se pun în circuit releurile corespunzătoare diferitelor trepte ale bateriei de condensatori.

Discul Ferraris este frânat de un magnet perma-

nent și are un resort spiral, a cărui tensiune poate fi reglată așa ca să se poată ajunge la o funcționare sigură, fără urmărirea variațiilor instantanee și de scurtă durată a sarcinii, deci fără mișcări pendulare.

* * *

Se constată că bateriile de condensatori nu urmăresc întocmai curba puterilor și că nu permit o compensare fidelă a sarcinilor.

Din această cauză este deosebit de interesantă construcția diagramei care permite *determinarea duratei de utilizare a diferitelor trepte a bateriei de condensatori.*

Această diagramă se construește în modul următor (fig. 3) :

Se mai poate trasa o curbă

$$\cos \varphi = f\ (t)$$

care poate fi de folos din alte puncte de vedere.

Diagramele de mai sus se pot stabili pentru fiecare armonică în parte dacă aceasta se socotește util.

In orice caz ceea ce trebue controlat este dacă treptele bateriei, fiecare în parte sau în ansamblu, așa cum sunt chemate să funcționeze nu satisfac condițiile de rezonanță pentru unda fundamentală sau pentru vreuna din armonice, ceea ce ar da naștere fenomenelor de rezonanță ; lucrul acesta trebue evitat. De cele mai multe ori, o retușare a valorilor treptelor, cu influență neglijabilă asupra efectelor de compensare, poate da rezultatul dorit.

Mai este de observat că hipercompensarea nu este deloc de dorit, puterea capacitivă fiind și ea

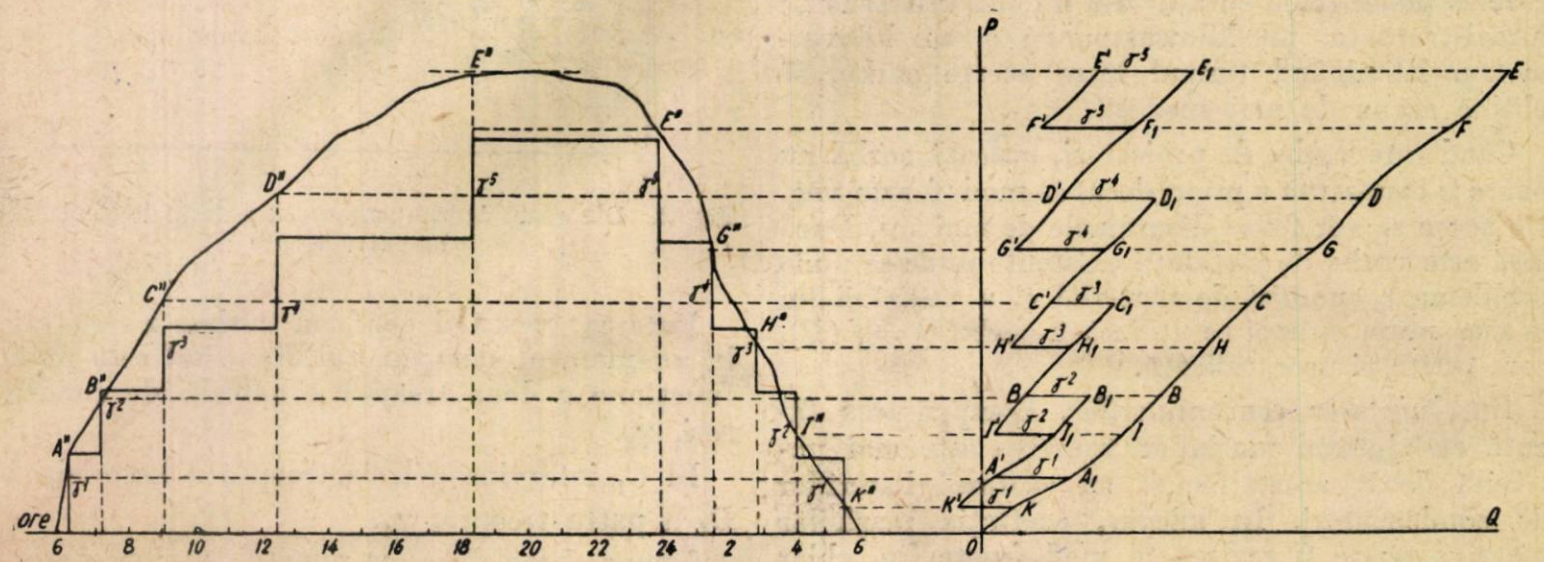


Fig. 3. Diagrama de compensare cu baterie de condensatori în cinci trepte. Diagrama orelor de utilizare a treptelor baterie

In partea dreaptă se trasează diagrama (sau curba ($P = \mathrm{f}\ (Q)$, iar în stânga curba orară a puterii active (sau reactive). Din alura curbei orare se poate stabili cu oarecare aproximație numărul și valoarea treptelor bateriei de condensatori. In această privință, poate da mai bune rezultate utilizarea curbei $Q = f\ (t)$ în loc de $\mathrm{P}_a = f\ (t)$.

Se trasează apoi curba de compensare ținându-se seamă de reglajul aparatului de comandă a treptelor bateriei. Se obține astfel curba $OKK'B_1B' \ldots E_1\ GG_1HH_1I_1K'$, în care treptele bateriei au valorile γ_1, γ_2, γ_3, γ_4, γ_5.

Trecând apoi la diagrama orară, se înseamnă pe ordonatele corespunzătoare punctelor O, K, A, ... etc. ale diagramei de compensare, valorile $\gamma_1, \gamma_2 \ldots$, obținându-se astfel o curbă în trepte, care reprezintă *curba orară a compensării.* Această curbă dă imediat durata de utilizare a fiecărei trepte a bateriei de condensatori.

Cu aceste date se poate stabili dacă numărul de trepte ales este indicat sau nu și cum trebue modificat pentru a se obține rezultate mai bune.

de multe ori un neajuns. Se poate să se prezinte o situație când, din diferite puncte de vedere, ar fi avantajos să se adopte chiar un factor de putere maximum mai mic decât unitatea, dar inductiv.

De asemenea trebue menționat că puterea reactivă poate fi compensată pentrucă ea poate avea ambele semne, adică poate fi capacitivă sau inductivă.

Puterea deformantă care însă nu are decât de un singur semn, corespunde unui singur sens de circulație, dela generator la receptor și nu poate fi compensată prin această metodă. In cazul regimului deformant (nesinusoidal) este necesar ca măsurile de luat să fie atent examinate pentru a nu agrava situația factorului de putere prin introducerea în circuit de aparate deformante de speța doua.

Concluzii. Experiența a arătat că puterea reactivă poate fi cu folos compensată, ceea ce permite utilizarea mai bună a instalațiilor și mărirea randamentului. De multe ori ea constitue singura so

luţie avantajoasă pentru reducerea căderilor de tensiune şi mărirea sarcinilor active.

Pentru a se studia în mod amănunţit efectele compensărilor puterii reactive s'au putut stabili diagrame, pe baza cărora studiul, atât tehnic, cât şi economic, poate fi desvoltat oricât de departe aşa ca să se poată ajunge la concluzii definitive.

Bibliografie

Budeanu C.: Puteri active şi reactive. Bucureşti, 1927.

★

КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Р е з ю м е

В деле компенсации реактивной мощности заинтересовано все оборудование производства, передачи и распределения электроэнергии, т. к. она приведет к более рациональному использованию меди.

Автор статьи рассматривает вопрос применения специальных диаграмм которые несмотря на то, что оне являются алгебрическим расчетом, представляют все таки возможность рассмотреть любые положения нагрузок, в отличие от расчетов, что могут дать решение лишь при одном положении.

Он указывает и возможности построения и других диаграмм, в особенности для батерей статических конденсаторов, а именно диаграмм продолжительности службы ступенек батереи также, как и иных полезных диаграмм, как то: коэфициент мощности в зависимости от реактивной мощности и в зависимости от времени.

Основой всех этих диаграмм служат кривые Q = f (p) Q = f (t), которые можно провести при помощи самопишущих ваттметров и вариометров.

★

LEFORDITVA
1845827H/52

MIEZURILE MAGNETICE LAMELATE ALE MAŞINILOR ELECTRICE

Ing. V. SUBOVICI

In prezentul studiu se caută să se stabilească pe bază practică, valorile toleranţelor pentru diferite mărimi de crestătură. Iar pentru tratarea completă a problemei se analizează şi celelalte elemente constitutive ale fierului activ din maşina electrică.

Industria maşinilor electrice a luat naştere în ultimul timp în ţara noastră. In trecut, orice tendinţă de a pune bazele unei industrii de maşini electrice la noi în ţară era rău privită de către firmele concurente din străinătate, care nu cruţau nimic pentruca aceste încercări să nu reuşească.

Acum însă, când planul de electrificare necesită atât de mult material electric, material care trebue să'l procurăm în marea lui majoritate prin mijloace proprii, se pune în mod serios problema formării cadrelor de muncitori calificaţi care să fie în măsură să contribue la rezolvarea sarcinilor ridicate de planul de electrificare.

Ţinând seama de faptul că la o maşină electrică, ceeace se uzează şi se defectează în timpul exploatării este bobinajul, repunerea în stare de funcţiunea a bobinajelor defecte, făcându-se cu mijloace proprii, datorită acestui fapt s'au putut forma în atelierele noastre de reparaţii o serie de lucrători bobinatori, iar inginerii care aveau conducerea acestor ateliere şi-au însuşit şi ei cunoştinţele practice în ceeace priveşte executarea bobinajelor.

Cu totul alta este însă situaţia în ceeace priveşte cealaltă parte a maşinei electrice şi anume aceea a fierului activ.

Astăzi, când schimbul de experienţă este menit să contribue la amplificarea şi îmbunătăţirea cadrelor, nu mai este nici un secret a se aduce la cunoştinţa celor interesaţi date în privinţa alcătuirii pachetului de tole, obţinute din practica făcută în atelierele de reparaţii, cât şi în fabricaţia de maşini electrice.

Sediul câmpului magnetic în maşinile electrice este miezul magnetic. Miezul magnetic trebue să îndeplinească următoarele condiţii: să opună o rezistenţă cât mai mică la trecerea fluxului magnetic; să opue o rezistenţă cât mai mare curenţilor induşi (magnetismul remanent să fie cât mai mic); pierderile specifice să fie cât mai mici, să poată evacua cât mai multă căldură atât din cea produsă de fluxul magnetic, cât şi din cea datorită pierderilor electrice în bobinaje (care deobicei sunt foarte apropiate de miezurile magnetice); să aibă forme şi dimensiuni cerute de construcţia maşinei şi în sfârşit să prezinte din punct de vedere mecanic o piesă rigidă şi omogenă.

Nici un material însă nu corespunde tuturor acestor condiţii simultan. In funcţie însă de frecvenţa curentului, în special metalele magnetice şi aliajele lor, nu pot satisface toate condiţiile cerute de miezurile magnetice, recurgându-se în acest caz la secţionare în direcţia liniilor de forţă şi izolarea secţiunilor. Practic miezurile secţionate se confecţionează din tole din oţel magnetic aliat sau nealiat de 0,35; 0,5 şi 1 mm grosime, stanţate în forma secţiunii miezului, izolate cu hârtie sau cu lac, in-

tercalate cu piese de distanță și strânse în pachete cu ajutorul pieselor de strângere (a buloanelor, a niturilor, etc.).

Partea esențială a miezului magnetic o formează pachetele din fier activ, rezultate dintr'un număr de tole normale suprapuse, presate și consolidate în stare presată. Câteva exemple caracteristice de tole normale sunt arătate în fig. 1, 2, 3, 4 și 5.

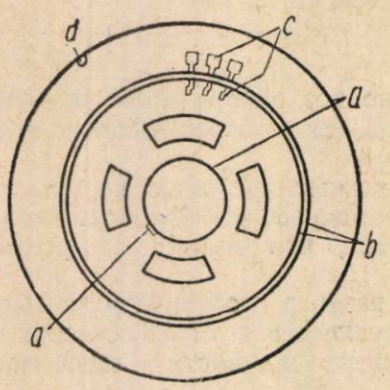


Fig. 1. Tolă stator și rotor de mașini cu diametru sub 1 000 mm : *a* muchii care vor forma suprafețe de așezare alunecătoare, respectiv forțată, în carcasa statorului, respectiv pe ax.; *b* muchii care vor forma suprafețe spre intrefer; *c* crestăturile; *d* semnul de împachetare și în unele cazuri crestătura de pană, găuri care vor forma canalele axiale de ventilație.

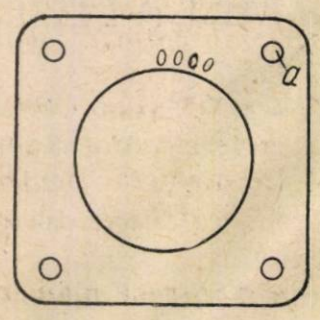


Fig. 2. Tolă stator pentru motoare mici până la 3 kW fără carcasă, aceasta fiind formată de însăși pachetul de tole : *a* găurile pentru nituri sau șuruburile de consolidare.

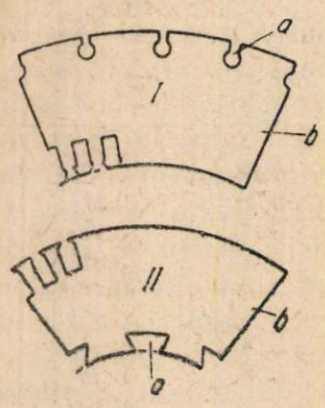


Fig. 3. Segmente de rotoare și statoare pentru diametre peste 1 000 mm : *a* crestături pentru penele de consolidare; *b*) muchiile de contact dintre segmente.

Dimensiunile geometrice definitive ale miezurilor magnetice sunt date în fișa de calcul ca rezultat al calculului electric al mașinii, aceste dimensiuni apar pe desenul detaliului, sau al subansamblului asupra căruia se va face operațiunea de finisare a suprafeței care determină cota respectivă. In detaliile sau subansamblele anterioare trebue indicate cotele brute, adică cu adausul de prelucrare respectiv. Dimensionarea detaliilor și subansamblelor anterioare care îi revin constructorului, cere din partea lui cunoașterea tehnologiei fabricii care va executa mașina, pentru că adausul de prelucrare se dă în funcție de operațiunea la care va fi supus detaliul în starea următoare.

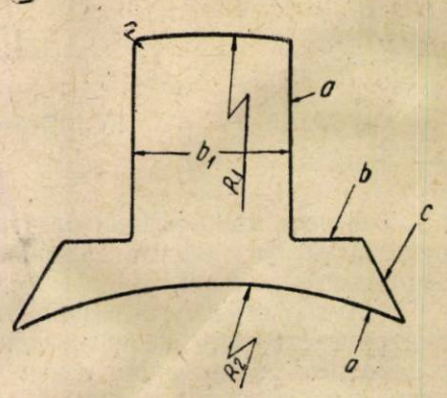


Fig. 4. Tolă de piesă polară de mașină de curent continuu : *a*, *b*, *c*, muchii rectilinii ce vor forma suprafețe plane.

Suprafețele statoarelor, a rotoarelor, a pieselor polare, etc. atât cele de așezare în carcasă, pe arbor, pe butuc, etc. cât și cele spre intrefer pot să rămână neprelucrate după împachetare, pot fi polisate sau pot fi strunjite.

In funcție de prelucrarea finală a subansamblului stator, rotor, piesă polară etc. detaliul superior, adică tola, pe periferiile corespunzătoare uneia din operațiile arătate va fi prelucrată după cum urmează : periferiile care vor forma o suprafață ce va rămâne neprelucrată se vor ștanța dintr'o singură tăietură (bloc) ; periferiile care vor forma suprafețe ce vor fi șlefuite se vor ștanța fie dintr'o singură lovitură, fie din segmente succesive ; iar periferiile care vor fi supuse strunjirii se vor stanța din segmente sau se vor decupa la foarfeci. In cazul suprafețelor necilindrice, operațiunea de strunjire se înlocuește cu altă operațiune de așchiere, frezare sau rabotare, în acest caz, muchiile respective ale tolelor se vor obține deasemenea prin ștanțare din segmente sau prin decupare la foarfeci.

Tolele din fig. 3 și 5 au muchiile în linie dreaptă, care nu vor forma suprafețe ce se vor prelucra, totuși muchiile *b*, ale tolelor stator și rotor din fig. 3, se vor obține numai prin ștanțare dintr'o singură tăietură pentru a se asigura închiderea cercului și suprapunerea crestăturilor, atât ale celor pentru bobine, cât și ale celor pentru pene, pe când muchiile tolei de transformator din fig. 5, se obțin prin decupare la ghilotină. La tola din fig. 5 este necesar a se obține paralelismul și perpendicularitatea muchiilor.

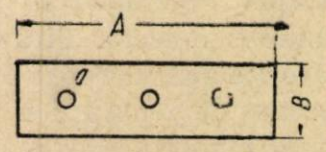


Fig. 5. Tolă pentru miez țesut de transformator : *a* găuri pentru buloanele de consolidare.

După ce s'au examinat câteva forme caracteristice de tole și legătura dintre muchiile lor și suprafețele pachetului de tole ce îl vor forma ele, deasemenea după enumerarea mijloacelor tehnologice folosite în scopul obținerii muchiei sau supra-

feței dorite, se vor indica în cele ce urmează toleranțele și adausurile de prelucrare la cotele tolelor și ale pachetelor. Aceste toleranțe sunt în funcție de prelucrările la care va fi supusă tola sau pachetul, de natura suprafeței precum și de valoarea mărimei cotei, unde va fi cazul.

Toleranțele cotei diametrului exterior al tolei stator în cazul când împachetarea statorului se face direct în carcasă, iar muchia respectivă se obține prin ștanțare dintr'o singură tăietură, care va fi conform STAS 2002—51 arbore unitar, clasa de precizie 2 ca în tabela 1.

Tabela 1

Toleranțele cotei diametrului exterior al tolei stator, stanțată dintr'o singură tăietură, împachetare în carcasă

Diametrul	Abaterea superioară	Abaterea inferioară
30— 50	0	—0,018
50— 80	0	—0,020
80—120	0	—0,022
120—180	0	—0,025
180—260	0	—0,030
260—360	0	—0,035
360—500	0	—0,040
*) peste 500	0	—0,8 ‰ până la —1 ‰

*) STAS-ul prevede toleranțe numai până la 500 mm.

Dacă diametrul interior — suprafața spre intrefer — al statorului nu se prelucrează, iar muchia respectivă a tolei se realizează prin stanțare dintr'o singură tăietură, toleranțele vor fi cele din tabela 2.

Tabela 2

Toleranțele diametrului interior al tolei stator stanțat dintr'o singură tăietură

Diametrul exterior tolă stator	Abateri	Diametrul interior (D) al tolei stator la un intrefer de :				
		0,2	0,25	0,3	0,35	peste 0,4
30—50	Abatere superioară	—0,8	—0,12	—0,17	—0,22	—0,32
	Abatere inferioară	—0.24	—0,28	—0,33	—0,38	—0,48
50—80	Abatere superioară	—0,06	—0,10	—0,15	—0,20	—0,30
	Abatere inferioară	—0,26	—0,30	—0,35	—0,40	—0,50
80—120	Abatere superioară	—0,	—0,08	—0,13	—0,18	—0,28
	Abatere inferioară	—	—0,32	—0,37	—0,42	—0,52
120—180	Abatere superioară	—	—0,06	—0,11	—0,16	—0,26
	Abatere inferioară	—	—0,34	—0,39	—0,44	—0,54
180—260	Abatere superioară	—	—	—0,10	—0,15	—0,25
	Abatere inferioară	—	—	—0,40	—0,45	—0,55
260—360	Abatere superioară	—	—	—	—0,13	—0,23
	Abatere inferioară	—	—	—	—0,47	—0,57
360—500	Abatere superioară	—	—	—	—	—0,20
	Abatere inferioară	—	—	—	—	—0,60
500—700	Abatere superioară	—	—	—	—	—0,19
	Abatere inferioară	—	—	—	—	—0,61
700—1 000	Abatere superioară	—	—	—	—	—0,16
	Abatere inferioară	—	—	—	—	—0,64

Diametrele exterioare ale tolelor rotor, care după împachetare nu se mai prelucrează și care au fost stanțate printr'o singură tăietură, vor avea cotele cu o toleranță dată în tabela 3, în funcție de diametrul exterior al tolei. Aceste toleranțe corespund scării de toleranțe STAS 2004 sistemul arbore unitar, clasa de precizie 4.

Tabela 3

Diametrul exterior al tolei rotor (D_1)	Abaterea superioară	Abaterea inferioară
18— 30	0	—0,045
30— 50	0	—0,050
50— 80	0	—0,060
80—120	0	—0,070
120—180	0	—0,080
180—260	0	—0,090
260—360	0	—0,100
360—500	0	—0,120
*) peste 500	0	—0,2 ‰

*) STAS-ul indică toleranțe numai până la 500 mm.

Deobicei, miezurile magnetice ale rotoarelor se fac din tole din oțel magnetic de calitate mai inferioară, din motive de economie, dar de multe ori considerente de exploatare fac să fie mai conomic un miez de rotor, făcut din tole de aceeași calitate ca și miezul statorului, deci mai scumpe, cu condiția însă ca ambele tole să fie decupate în aceeași tolă.

In acest caz se stanțează fie diametrul interior al statorului, fie cel exterior al rotorului, rămânând ca celălalt să fie prelucrat pentru a se obține diferența dintre ele, care este tocmai dublul intrefe-rului..

In general se stanțează diametrul interior al statorului și rămâne să fie prelucrat diametrul exterior al rotorului, prelucrările suprafețelor exterioare fiind întotdeauna mai simple, deci mai ieftine. In acest caz, toleranța diametrului exterior

al rotorului va fi cea indicată în tabela 4 în funcție de intrefer și de diametru.

Tabela 4

Diametrul exterior (D_1)	Abateri	Toleranța la un intrefer de:								
		0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,65	0,8	0,0
30—50	superioare	+0,32	+0,38	+0,43	+0,48	+0,48	+0,68	+0,98	+1,28	+1,68
	inferioare	+0,16	+0,22	+0,27	+0,32	+0,32	+0,52	+0,82	+1,12	+1,52
50—80	superioare	+0,34	+0,40	+0,45	+0,50	+0,50	+0,70	+1,00	+1,30	+1,70
	inferioare	+0,14	+0,20	+0,25	+0,30	+0,30	+0,50	+0,80	+1,10	+1,50
80—120	superioare	—	+0,42	+0,47	+0,52	+0,52	+0,72	+1,02	+1,32	+1,72
	inferioare	—	+0,18	+0,23	+0,28	+0,28	+0,48	+0,78	+1,08	+1,48
120—180	superioare	—	+0,44	+0,49	+0,54	+0,54	+0,74	+1,04	+1,34	+1,74
	inferioare	—	+0,16	+0,21	+0,26	+0,26	+0,46	+0,76	+1,06	+1,46
180—260	superioare	—	—	+0,50	+0,50	+0,55	+0,75	+1,05	+1,35	+1,75
	inferioare	—	—	+0,20	+0,25	+0,25	+0,45	+0,75	+1,05	+1,45
260—360	superioare	—	—	—	+0,57	+0,57	+0,77	+1,07	+1,37	+1,77
	inferioare	—	—	—	+0,23	+0,23	+0,43	+0,73	+1,03	+1,43
360—500	superioare	—	—	—	—	+0,60	+0,80	+1,10	+1,40	+1,80
	inferioare	—	—	—	—	+0,20	+0,40	+0,70	+1,00	+1,40
500—700	superioare	—	—	—	—	—	+0,81	+1,11	+1,41	+1,81
	inferioare	—	—	—	—	—	+0,39	+0,69	+0,99	+1,39
700—1 000	superioare	—	—	—	—	—	+0,84	+1,14	+1,44	+1,84
	inferioare	—	—	—	—	—	+0,36	+0,66	+0,96	+1,36

Soluția cu strunjire, prelucrarea suprafețelor spre intrefer ale miezurilor magnetice din tole trebue evitată în special la mașinile asincrone, unde intreferul este mic, pentru că pierderile superficiale în fier cresc considerabil. Aceste pierderi mai depind de numărul de crestături pe pol, forma crestăturii (de raportul dintre lățimea ei și lățimea deschizăturii). Deci, fără un prealabil calcul electric nu se alege soluția prelucrării suprafețelor spre intrefer ale miezurilor magnetice.

Diametrul interior al tolei rotor se stanțează dintr'o singură tăietură, în cazuri excepționale la mașinile de puteri mai mari și cu poli mulți, precum și la serii mai mici, caz mai frecvent la noi, suntem nevoiți să stanțăm numai segmenții care se așează pe nervurile butucului, spațiul dintre segmenți se decupează la foarfeca circulară fără nicio pretenție de precizie, ca în fig. 6.

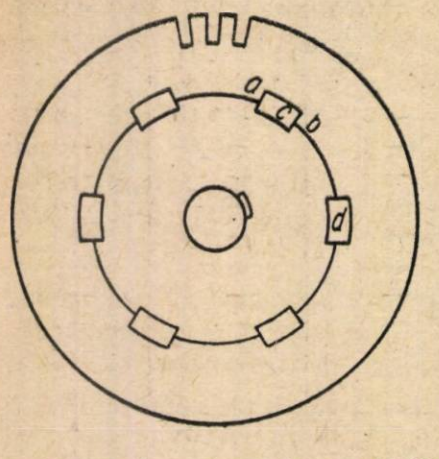


Fig. 6. Tola unui rotor de motor asincron de 480 kW, 8 poli, fabricație „Dinamo" București. Găuri stanțate la stanțe cu divizor (muchiile a—b vor forma suprafețe de așezare a pachetelor pe butuc; muchiile c—d se decupează la foarfeca circulară).

Această metodă a fost experimentată de „Dinamo" București la construcția motorului asincron 480 kW cu 8 poli și a dat rezultate bune. Stanțarea segmenților, dealtfel ca și stanțarea continuă, însă prin tăieturi succesive, se face pe stanța cu divizor de crestături.

Cota diametrului interior al tolei rotor la motoarele staționare va avea o toleranță conform STAS—2002—51 în sistem arbore unitar, clasa de precizie 2, cu frecare, în cazul stanțării, aceste toleranțe în funcție de diametru sunt date în tabela 5.

Tabela 5

Diametrul interior al tolei rotor (d)	Abaterea superioară	Abaterea inferioară
18— 30	+0,16	—0,007
30— 50	+0,018	—0,008
50— 80	+0,020	—0,010
80—120	+0,023	—0,012
120—180	+0,027	—0,014
180—260	+0,030	—0,016
260—360	+0,035	—0,018
360—500	+0,040	—0,020

Pentru tolele rotor la motoarele rapide și de tracțiune, toleranța cotei diametrului interior (d) se dau după STAS 2002—51, în sistemul arbore unitar, clasa de precizie 2, ajustaj presat, SB în cazul prelucrării prin stanțare. Aceste toleranțe în funcție de diametru, sunt date în tabela 6.

Tabela 6

Diametrul interior al tolei rotor (d)	Abaterea superioară	Abaterea inferioară
18— 30	—0,019	—0,042
30— 50	—0,025	—0,052
50— 80	—0,035	—0,065
80—100	—0,050	—0,085
100—120	—0,060	—0,095
120—150	—0,070	—0,110
150—180	—0,085	—0,125
180—220	—0,100	—0,145
220—260	—0,120	—0,165
260—310	—0,145	—0,195
310—360	—0,170	—0,220
360—440	—0,200	—0,260
440—500	—0,240	—0,300

La dimensionarea tolelor polare, importantă este cota înălțimei pentru că ea hotărăște intreferul mașinei. Limitele de toleranțe care se pot da cotei înălțimii în funcție de mărimea ei sunt trecute în tabela 7.

Tabela 7

Înălțimea (H)	Abaterea superioară	Abaterea inferioară
până la 18	+0,030	—0,070
„ „ 30	+0,030	—0,070
„ „ 50	+0,040	—0,011
„ „ 80	+0,040	—0,011
„ „ 120	+0,050	—0,010
„ „ 180	+0,060	—0,014
„ „ 260	+0,060	—0,014
„ „ 360	+0,060	—0,014

In cele de mai sus s'a indicat cotarea tolelor ale căror muchii respective se obțin prin stanțare și acesta este cazul general. Când însă din diferite motive, aceste muchii trebue realizate prin procedeul rudimentar al decupării cu foarfeca circulară, atunci nu mai este vorba de toleranțe ci de adaus de prelucrare și în acest caz după împachetare, pachetul va trebui neapărat prelucrat prin așchiere.

Adausele de prelucrare e bine să fie stabilite pentru fiecare fabrică în parte, în funcție de gradul de precizie al foarfecei și de perfecțiunea dispozitivului de prindere al tolei. Cu cât însă acest dispozitiv este mai perfect din punct de vedere al preciziei ce o va asigura prelucrării, cu atât timpul de schimbare a tolei crește. Din această cauză, de mai multe ori este preferabil a decupa mai grosolan, folosind dispozitivul universal al foarfecei, în dauna prelucrării pachetului de împachetare.

Cu suficientă aproximație se pot folosi adausurile date în tabela 8 care sunt acoperitoare.

Tabela 8

Diametrul până la (cota)	18	30	50	80	120	180	260	360	500	700	1 000
Adaus de prelucrare	0,3	0,4	0,6	0,7	1,0	1,3	1,8	2,0	2,5	2,8	3

Crestăturile pentru bobinaje și pentru barele rotoarelor în scurt circuit precum și a pieselor polare, se dimensionează în cadrul calculului electric al mașinii din care rezultă în mod obligatoriu înălțimea h, lățimea b, și deschizătura s, cum se vede în fig. 7.

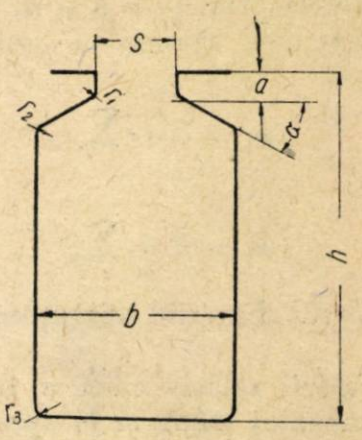


Fig. 7. Crestătură dreptunghiulară, semideschisă.

Cotele h, b, și s, date în fișa de calcul, sunt cele nominale ale crestăturii realizată în miezul magnetic și care se vor măsura cu un calibru tampon „bun" și „rău". Dimensiunile acestui tampon în funcție de lățimea b sunt date în tabela 9.

Tabela 9

Dimensiunile crestăturii b	1—3	peste 3—6	peste 6—10	peste 10
Cota „bun" . .	b—0,006	b—0,008	b—0,010	b—0,12
Cota „rău" . .	b	b	b	b

Se pune problema : ce cotă se va da crestăturilor stanțate simultan în tole precum și celor stanțate succesiv (crestătură cu crestătură la stanța de crestături cu divizor)? Pentru a răspunde la această întrebare trebue să lămurim că la dimensionarea crestăturei din punct de vedere electric, trebue să se țină seama de toate abaterile ce le-ar avea dimensiunile conductorilor și izolanților ce intră în crestătură, aceste abateri însumate vor avea loc în jocul care trebue să-l prevedem între pereții crestăturii și umplutura ei. Jocul se poate calcula adunând toate abaterile pe care le pot avea materialele componente ale umpluturii crestăturei, abateri care sunt date în standardele respective, la care dacă adăugăm toleranța preciziei care se poate cere la executarea bobinajelor care poate fi apreciat a fi de clasa 6—7 de precizie, ajungem la câteva zecimi. Literatura sovietică de specialitate dă valori practice pentru joc cuprinse între 0,2 și 1 mm.

După ce ne-am convins că jocul de așezare al bobinajelor în crestătură este cuprins în dimensiunile nominale ale crestăturii, trebue să știm precis care este metoda cu care se vor realiza crestăturile în tolă. Aceasta pentru a putea dimensiona crestăturile tolelor astfel, încât după împachetarea acestora, crestăturile miezului magnetic să aibă dimensiunea nominală măsurabilă cu tamponul, după regula arătată în tabela 9.

Intre crestătura tolei și cea a pachetului există întotdeauna o diferență în minus, din cauză că toată gama de operațiuni succesive prin care trec elementele miezului, au abateri admisibile, potrivit gradului de precizie al operațiunii. Toate aceste abateri dau o abatere globală, abatere care trebue adăugată la cotele principale b și h, ale crestăturii pachetului pentru a ajunge la cotele crestăturii tolei.

$$b_1 = b + \sum_{ai} \qquad (2)$$

și

$$h_1 = h + \sum_{ai} \qquad (3)$$

cu a_i se notează abaterile operațiunilor succesive anterioare.

Datorită valorii relativ mici a termenului al doilea al membrului stâng și în special a relativității valorilor abaterilor succesive, rezultatele pe care ni le-ar putea da formulele (2) și (3) în practică se recomandă a se lua :

a) în cazul stanțării dintr'o singură tăietură

dacă	$z = 4$	$b_1 = b + 0{,}15$	(4)
	$z = 8$	$b_1 = b + 0{,}25$	(4′)
	$z = 8$	$b_1 = b + 0{,}5$	(4″)

b) în cazul stanțării succesive

dacă	$z = 3$	$b_1 = b + 0{,}15 + 0{,}5‰\ D$	(5)
	$z = 6$	$b_1 = b + 0{,}25 + 0{,}5‰\ D$	(5′)
	$z = 6$	$b_1 = b + 0{,}5 + 0{,}5‰\ D$	(5″)

z fiind lățimea dintelui, D este diametrul mașinii (interior stator și exterior rotor).

Coeficientul ultimului termen din membrul al doilea al relațiilor (5), (5′) și (5″) le dă o corecție în funcție de diametrul tolei, el reprezintă un factor de siguranță pe care practica fabricei poate și trebue să-l micșoreze, sau chiar să renunțe complet la el ; și el este invers proporțional indicelui de tehnicitate al fabricei. Tot atât de periculos este să-l micșorăm fără motiv serios și bine judecat, pentru că micșorarea lui neîntemeiată, se face în dauna secțiunii conductorilor sau a izolamentului, — ambele concesii foarte dăunătoare pentru calitatea mașinii — sau conduce la o pilire exagerată a crestăturilor miezului magnetic.

Pilirea crestăturilor cu scopul de a le mări secțiunea este o operațiune scumpă și cu atât mai scumpă cu cât mașina e mai lungă, apoi micșorează secțiunea dinților mult mai mult decât s'ar micșora aceasta dacă s'ar fi mărit crestătura tolei cât trebuia.

La calcularea inducției în dinți se va lua valoarea b_1 și nu b.

Adică :

$$S_{\text{dinte}} = t_s = b_1. \qquad (6)$$

Când însă s'a ales lățimea crestăturii tolei, prea mică, adică s'a contat pe abateri prea mici și după împachetare se constată că bobinajul nu încape în crestătură, ori asta se întâmplă tocmai atunci când mașina a fost calculată foarte strâns, deci o micșorare a secțiunei conductorilor nu mai este posibilă, deasemenea nici o reducere a izolantului nu se poate admite, atunci singura soluție rămâne lărgirea crestăturei, prin pilire, care pare în aparență neînsemnată, teoretic este acceptabilă, practic însă, prin pilire crestătura se lărgește, deci dintele se îngustează, mult mai mult decât o arată calculul și cu atât mai mult cu cât lungimea fierului este mai mare. Această lărgire este datorită faptului că trebue să pilim crestătura până va trece prin ea calibrul respectiv pe toată lungimea ei, ori cu câtă grijă s'ar pili, nu se poate pili absolut uniform pe toată lungimea crestăturei, practic pila va pili cu corpul său întăririle în crestătură iar în adâncime va pili cu vârful, ca în fig. 8.

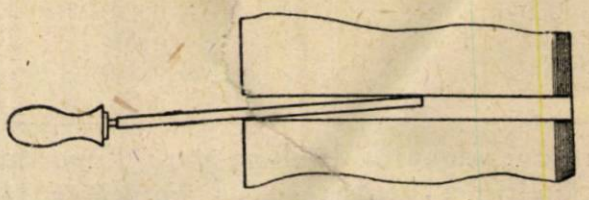


Fig. 8. Cum atacă părțile active ale pilei, pereții crestăturii.

Se vede clar că pereții crestăturii, după pilire, vor fi suprafețe cilindrice tangente la suprafețele plane ale calibrului, iar volumul cuprins între aceste suprafețe va lipsi din volumul dintelui, deci secțiunea acestuia se va micșora în aceeași proporție iar inducția va crește.

Citâm ca exemplu rezultatul unora din multele măsurători făcute în Ianuarie 1950, asupra unui rotor ; cotele date în desene erau :

$D = 286$ mm
$z = 7{,}8$
$b = 7{,}2$
$b_1 = 7{,}2$

iar adausul de așezare a umpluturii (conductori plus izolamentele) 0,2 mm, calculat luându-se pentru conductori și izolanți valorile teoretice.

Cotele măsurate :

$b_{\text{poanson}} = 7{,}196$
$b_1 =$ (nu am mai avut la dispoziție tola)
$b = 6{,}4$ (măsurat cu spionul).

După o pilire normală pentru îndepărtarea bavurilor care a durat 10 minute pentru fiecare crestătură, s'a putut trece un calibru de 6,62. Din acest exemplu se vede clar că pentru cota b_1 trebuia luată valoarea cuprinsă între 7,774 și 8 mm. Această valoare calculată cu ajutorul relației (5″)

$$b_1 = 7{,}2 + 0{,}5 + 0{,}143 = 7{,}843$$

deci cuprinsă între cele două valori de mai sus.

Toleranțele pachetelor de tole. Desenele pachetelor de tole se cotează numai pe dimensiunile rezultate din împachetare și pe cele ce se prelucrează. Cotele lungimilor, rezultate din împachetare, operațiune de o clasă inferioară de precizie și din punct de vedere al cerințelor fenomenului electromagnetic nefiind necesar, nu se indică nicio toleranță sau una grosolană de $\pm$ 0,5 până la 1 mm.

Cotele mărimilor care se prelucrează vor trebui neapărat să fie prevăzute cu toleranțele respective și anume după cum va fi vorba de o suprafață spre

intrefer, sau o suprafață de așezare în carcasă. In cazul suprafețelor spre intrefer, acestea se vor prelucra în funcție de diametru și mărimea intreferului cu toleranțele cuprinse în tabela 10.

Polii împachetați se prelucrează cu toleranțele cuprinse în tabela 12.

S'a întrunit în acest studiu special date experimentale ale fabricelor din țară și dinafară, care au

Tabela 10

Diametrul	Intrefer							
	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,65	0,8	1,0
30— 50	—0,025	—0,035	—0,035	—0,050	—0,080	—0,080	—0,080	—0,080
50— 80	—0,030	—0,040	—0,040	—0,060	—0,060	—0,100	—0,100	—0,100
80—120	—	—0,035	—0,045	—0,045	—0,070	—0,120	—0,120	—0,120
120—180	—	—0,040	—0,040	—0,050	—0,080	—0,080	—0,140	—0,140
180—260	—	—	—0,045	—0,060	—0,060	—0,090	—0,150	—0,150
260—360	—	—	—	—0,050	—0,070	—0,100	—0,100	—0,170
360—500	—	—	—	—0,060	—0,080	—0,120	—0,120	—0,200
500—700	—	—	—	—	—0,065	—0,085	—0,130	—0,130
700—1000	—	—	—	—	—0,070	—0,095	—0,140	—0,140

Tabela 12

Inălțimea *H* până la	18	30	50	80	120	180	260	360
Abaterea superioară	+0,05	+0,05	+0,06	+0,06	+0,08	+0,1	+0,1	+0,1
Abaterea inferioară	—0,07	—0,07	—0,11	—0,11	—0,12	—0,14	—0,14	—0,14

Suprafața de așezare a pachetului în stator se va prelucra cu toleranțele conform STAS 2004—51, în sistemul arbore unitar, clasa de precizie 4, alezaj alunecător, cuprinse în tabela 11.

Tabela 11

Diametrul	Abaterea superioară	Abaterea inferioară
peste 120—180	+0,080	0
„ 180—260	+0,090	0
„ 260—360	+0,100	0
„ 360—500	+0,120	0

fost obținute sub formă de norme interne, note și însemnări ale tovarășilor care s'au specializat în U.R.S.S. precum și note și însemnări din practica personală, încercând să punem la dispoziția constructorului de mașini electrice, materialul necesar pentru o justă proiectare a miezurilor magnetice secționate, această parte importantă a mașinii electrice pentru a cărei proiectare și executare, practica noastră până în ultimul timp era foarte redusă.

★

ЛАМЕЛЛЯРНЫЕ МАГНИТНЫЕ СТЕРЖНИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Резюме

В электрической машине больше всего имеется индукционных катушек. В каждом надрезе помещаются одна или несколько катушек. Каждую катушку следует установить в соответствующие надрезы так, чтобы при этой операции не пострадала бы изоляция. Это м жно осуществить, если размеры надреза устанавливаются с определенными допусками в отношении размеров катушки.

С этой целью автор настоящей статьи пытается установить на основе практики величины этих допусков для надрезов разной величины. А для всестороннего обсуждения этого вопроса, он рассматривает и остальные элементы активного железа в электрической машине.

★

UN NOU ELECTROMETRU PENTRU MICI DIFERENȚE DE POTENȚIAL ȘI SARCINI ELECTRICE

Prof. Ing. G. D. CRISTESCU

S'a imaginat și construit un electrometru care poate fi considerat ca făcând parte atât din categoria instrumentelor cu fir cât și a celor cu vadrare. Capacitatea lui electrică foarte redusă și marea sensibilitate pe care o prezintă la diferențe de potențial îl fac cu deosebire potrivit pentru măsurătorile fine din laboratoarele de cercetări.

Noul electrometru a fost realizat de curând în laboratorul de Acustică și Optică al Universității Dr. C. I. Parhon, cu scopul de a reuni într'un singur instrument de măsură toate calitățile electrometrelor cu cadrane, precum și acelora cu fir. Aceste calități consistă într'o mare sensibilitate la diferențe de potențial și sarcini electrice, slabă inerție a echipajului mobil, capacitate electrică redusă, posibilitate de a face cetiri dela distanță, într'un interval de timp scurt, după aplicarea diferenței

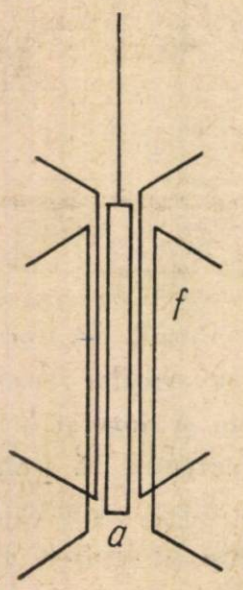


Fig. 1.

de potențial sau sarcinei electrice de măsurat; precum și aceea de a urmări cu ușurință sau de a înregistra variațiile acestora, etc. S'a căutat deasemenea ca dimensiunile acestui instrument să fie cât mai reduse.

In principiu el se compune dintr'un fir conductor (aluminiu) cu o grosime cuprinsă între 0,05 și 0,08 mm diametru, îndoit astfel ca să capete forma unui dreptunghiu alungit *a* (fig. 1). De mijlocul uneia din laturile mici ale acestei bucle dreptunghiulare este fixată extremitatea inferioară a unui fir de suspensie Wollaston, astfel ca bucla să se poată roti foarte ușor între patru fire metalice fixe *f*, verticale, paralele între ele și paralele deasemenea și cu laturile lungi ale buclei. Aceste patru fire fixe sunt dispuse astfel că, ele ar putea înțepa pe un plan orizontal cele patru colțuri ale unui mic pătrat prin al cărui centru ar trece prelungirea firului de suspensie, în timp ce planul buclei în repaus ar conține bisectoarele a două unghiuri opuse la vârf dintre diagonalele pătratului.

Cele patru fire fixe ar corespunde cadranelor electrometrului lui Kelvin, cu care acest instrument se aseamănă, într'o oarecare măsură, în ceea ce privește modul de funcționare în montaj idiostatic sau heterostatic, unghiul de rotație al buclei servind să măsoare mărimea diferențelor de potențial.

Realizarea practică cea mai simplă a instrumentului este reprezentată schematic în fig. 2.

De firul de suspensie *W* fixat la extremitatea superioară, prin intermediul unei mici tije metalice sau borne, în centrul izolatorului *I* din chihlimbar, sau în lipsă din polistyren, ce se poate roti împreună cu montura metalică *M*, este atârnată bucla de aluminiu *A* având aproximativ dimensiunile 1 × 28 mm. Partea superioară a acesteia, spre deosebire de schema de principiu, nu este terminată printr'o mică latură dreaptă, ci în unghi, deoarece legătura cu firul de suspensie poate fi astfel mai ușor executată, exact la jumătatea lățimii buclei, pentru a permite acesteia să păstreze liberă o poziție perfect verticală.

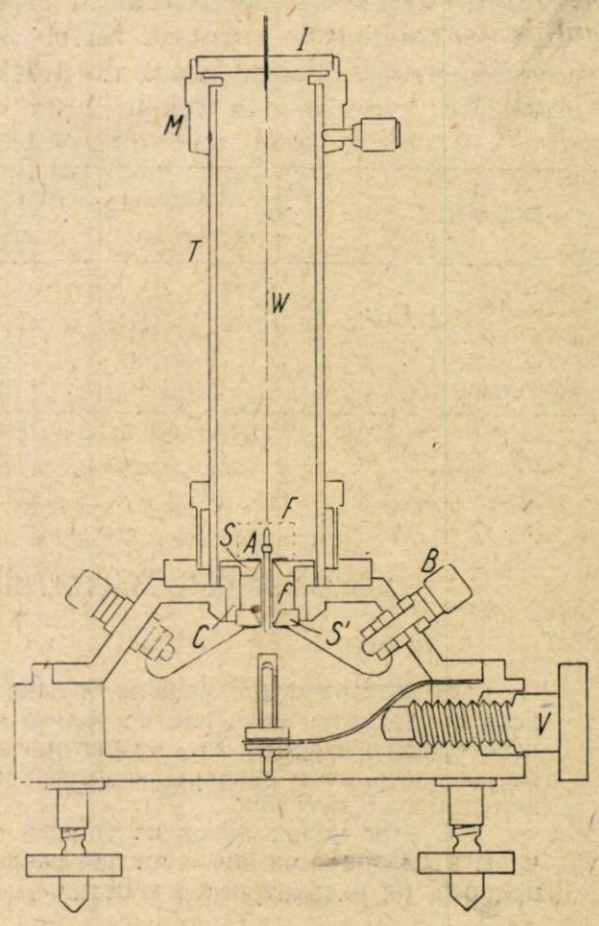


Fig. 2.

Pentru o bună funcționare este esențial ca laturile lungi ale buclei să fie perfect drepte și paralele.

La 5—6 mm sub locul în care se face legătura cu firul de suspensie se află fixată pe buclă o mică

oglindă plană de 1,5 mm diametru, sau latură care servește la citirea unghiului de deviație. Rotirea izolatorului *I*, împreună cu montura *M*, la partea de sus a tubului suport *T* prevăzut cu fereastra *F*, face cu putință orientarea buclei în poziția inițială dorită.

Firele fixe *f*, corespunzătoare cadranelor din electromotoarele obișnuite, sunt întinse, așa cum s'a arătat mai sus, în interiorul cilindrului metalic *C*, între doi izolatori *S* și *S'*din sticlă organică (plexiglass). Materialul acesta este preferat în acest loc atât pentru calitățile sale electrice și mecanice, cât și pentru motivul că el permite a vedea firele în cursul montării lor în interiorul cilindrului *C*.

Fiecare din acești izolatori este străbătut central de un orificiu circular de 2,3 mm diametru către exterior și care crește către interiorul cilindrului *C*. In felul acesta suprafața de contact între firele *f* și izolator este cât mai redusă.

Extremitățile inferioare ale acestor fire sunt în legătură cu patru borne izolate *B*, fixate pe soclul instrumentului, în care cilindrul *C* este introdus cu ușoară frecare și rotit în poziția convenabilă. Interiorul soclului poate conține rezistențele necesare (nereprezentate pe figură), pentru a preveni eventualitatea trecerii unui curent important, prin aplicarea tensiunilor necesare montajelor heterostatice între firele *f*, în cazul când bucla ar veni accidental în atingere cu aceste fire. Tot în interiorul acestui soclu se află un dispozitiv de protecție prin ridicarea buclei și destinderea suspensiei, când se rotește șurubul *V*.

Intregul instrument este sprijinit astfel ca să poată căpăta diferite înclinări pentru ca bucla să poată fi centrată. Această operație de centrare se execută vizual numai în mod aproximativ. Ea se perfecționează prin aplicarea unei diferențe de potențial convenabile între buclă și firele *f* și înclinarea înceată a instrumentului, până ce pentru aceeași valoare a acestei diferențe de potențial se obțin deviații egale deoparte și de alta a poziției de repaos.

Dacă instrumentul nu este prea mult înclinat față de poziția sa normală, centrarea se poate face și dela sine, după ce ea a fost odată efectuată, în modelul reprezentat în fig. 3 și 4, grație faptului că cilindrul *C* el însuși este suspendat cu ajutorul a trei fire. In acest aparat centrarea inițială și asigurarea menținerii ei se face prin deplasarea izolatorului *I* în montura *M*, utilizând în acest scop trei mici șuruburi de fixare dispuse la câte 120^0.

Un dispozitiv de amortizare a oscilațiilor cilindrului *C* devine necesar cu deosebire acolo unde trepidațiile se fac simțite.

Curbele de gradare ale acestui instrument depind bineînțeles de felul montajului folosit, de tensiunea ajutătoare în montajele heterostatice, de dimensiunile diferitelor piese componente sau de distanțele dintre acestea; deci de variația de capacitate a sistemului pentru un anumit unghiu de rotire, precum și de valoarea cuplului de torsiune a firului de suspensie.

Cu un fir de suspensie Wollaston de 5 microni diametru, adică de o grosime relativ mare pentru greutatea pe care o suportă și cu o lungime de 11 cm, s'a obținut cu instrumentul construit, așa cum s'a arătat mai sus, următoarele date:

Perioada proprie de oscilație a sistemului mobil liber, aproximativ 0,5 s. La maximum de sensibilitate avem circa 1 s.

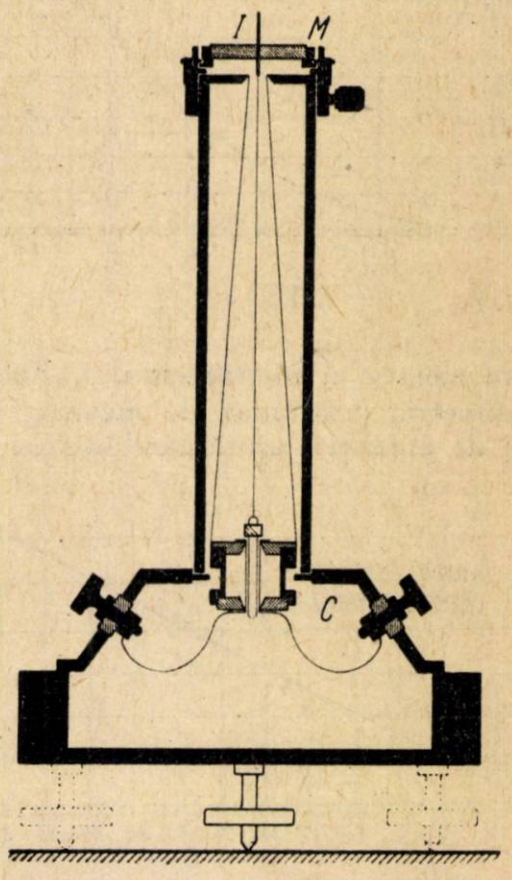


Fig. 3.

Amortizarea (excluzând cazul trepidațiilor) suficientă pentru a asigura eliminarea oscilațiilor la aplicarea sau modificarea tensiunilor sau sarcinilor electrice, deci posibilitatea unei cetiri imediate.

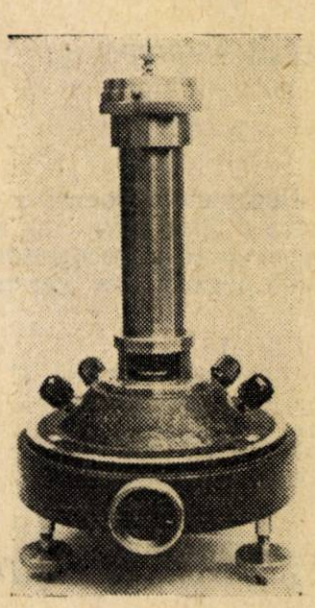


Fig. 4.

Sensibilitatea în montaj idiostatic variază bineînțeles cu tensiunea de măsurat. La 6 V, spre exemplu, după cum se poate vedea pe curba de gradare din fig. 5, s'a obținut pe o scară divizată așezată la un metru distanță de aparat, o deviație de 175 mm, adică aproximativ $3{,}5\ 10^{-2}$ V pe mm.

In montajele heterostatice, curbele de gradare sunt mult influențate nu numai de tensiunea auxiliară aplicată, dar și de echilibrarea din punct

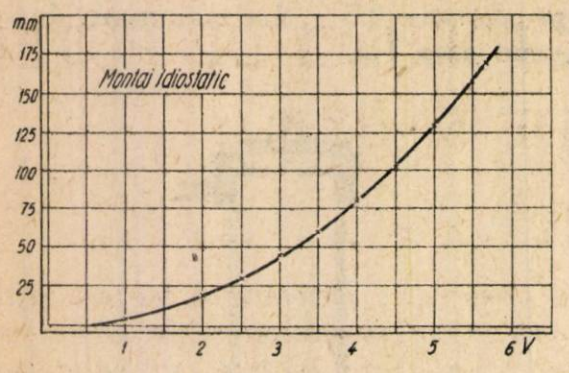


Fig. 5.

de vedere electric a instrumentului. Folosind un montaj simetric (tensiunea de măsurat la buclă, diferența de potențial ajutătoare la firele *f*, priză

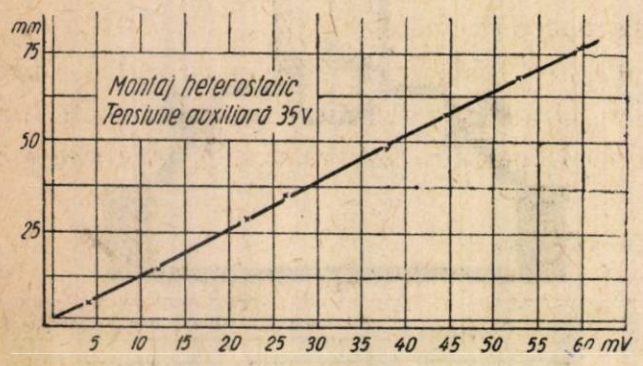


Fig. 6.

mediană la pământ), evitând instabilitatea prin potrivirea la o valoare convenabilă a acestei diferențe de potențial ajutătoare (aprox. 35 V) și alegând sensul cel mai favorabil de deviație, dacă o bună echilibrare nu a fost realizată, se obțin deviații exact proporționale cu tensiunea de măsurat (fig. 6). Astfel a fost obținută valoarea de 8.10^{-4} V pe mm, pentru o scară la 1 m distanță.

Capacitatea electrică a sistemului, măsurată în montaj heterostatic simetric, este egală cu 3,5 $\mu\mu$F. In aceasta se cuprinde capacitatea bornei fixate pe izolatorul *I*, a tijei ce străbate acest izolator, a firului de suspensiune și a buclei situată între cele patru fire *f*.

Valorile acestea ale sensibilității, la diferențe de potențial și capacități arată, că din iuțeala de încărcare sau descărcare a instrumentului, intensității de curent aproximativ de ordinul a 5.10^{-16} A pot fi măsurate după cum rezultă din expresia :

$$I = \frac{C_F \alpha}{\beta \cdot t} \quad A = \frac{C_{cm} \alpha}{300\, \beta \cdot t} \text{ VES}$$

unde *I* este intensitatea curentului în A (sau respectiv în VES); C_F capacitatea în farazi; C_{cm} aceeași în cm; β, numărul de diviziuni pe scara de citire a deviației corespunzătoare tensiunei de 1 volt și α variația deviației în *t* secunde, provocată prin trecerea curentului de intensitate *I* și presupunând că în timp de 60 s, $\alpha = 10$ diviziuni.

Toate aceste date arată suficient de clar calitățile instrumentului descris. Ele nu reprezintă tot ceea ce se poate aștepta dela un dispozitiv de acest gen, deoarece primul model astfel realizat nu s'a putut bucura de toate amănuntele de construcție.

★

НОВЫЙ ЭЛЕКТРОМЕР ДЛЯ НЕЗНАЧИТЕЛЬНЫХ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ РАСХОЖДЕНИЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Р е з ю м е

Придуман и построен электрометр, который может быть причислен, как к категории приборов с проводами, так и к категории приборов с цыферблатом. Его весма незначительная электроемкость и высокая чувствительность к расхождениям потенциала делают этот прибор особенно подходящим для точных лабораторных измерений в исследовательских лабораториях.

★

„Privim cu încredere viitorul, pentrucă avem încredere profundă în victoria cauzei păcii și libertății popoarelor, pentrucă în fruntea luptei dusă de lagărul păcii, în fruntea forțelor organizate ale păcii stă marea și puternica Uniune Sovietică".

GH. GHEORGHIU-DEJ
(Articole și Cuvântări, pag. 383)

CARACTERISTICILE CONDENSATORILOR PENTRU AMELIORAREA FACTORULUI DE PUTERE LA FRECVENȚA DE 50 HZ *)

S. K. MEDVEDEV

Articolul prezintă interes pentru electrificarea țării. Ameliorarea factorului de putere în rețelele electrice existente și în cele ce se vor construi constituie o problemă din cele mai importante pentru economia țării. Inginerii noștri de exploatare vor găsi în acest articol informații prețioase privind utilizarea condensatorilor, în rețelele electrice, pentru ameliorarea factorului de putere, precum și stabilirea regimurilor de funcționare a acestor condensatori, în funcție de mărimea temperaturii ambiante.

Redacția

Noua serie de condensatori pentru ameliorarea factorului de putere la frecvența de 50 Hz cuprinde un singur model pentru toate tensiunile standard dela 220 la 10 000 V.

Principalele date tehnice ale condensatorilor fabricați sunt arătate în tabela 1.

Caracteristicile condensatorilor

Tabela 1

TIPUL	Valorile nominale		Numărul de faze	Gruparea în interior		Dimensiunile de gabarit mm			
							Înălțime		
	Tensiunea kV	Puterea kvar		Gruparea în serie	Gruparea în paralel	Baza	fără izolație	cu izolație	Grupparea fazelor
KM 10—10—1	10	12	1	10	2	110×380	350	495	—
KM 6—10—1	6	12	1	6	3	110×380	350	485	—
KM 3—10—1	3	12	1	3	6	110×380	350	455	—
KM 2—10—1	2	12	1	2	9	110×380	350	455	—
KM 1—10—1	1	12	1	1	18	110×380	350	455	—
KM 0,5—8—3	0,5	8,6	3	1	6 pe fază	110×380	350	420	Δ
KM 0,38—5—3	0,38	5	3	1	6 pe fază	110×380	350	420	Δ
KM 0,22—3—3	0,22	3	3	1	6 pe fază	110×380	350	420	Δ

Pentru toți condensatorii dela 1 000 până la 10 000 V se admite un gradient al tensiunii de lucru de 12—13 kV/mm (la tensiunea nominală) față de 14—16 kV/mm admiși în condensatorii dinainte de războiu.

Micșorarea gradientului de tensiune are ca urmare în general o stabilitate mult mai mare pentru funcționarea condensatorilor în regim de supraîncărcare.

Pentru condensatorii arătați se admite în mod normal o creștere a tensiunii cu 15% peste valoarea nominală pentru un timp mai lung; în acest caz puterea crește cu 32%.

Pentru dielectricul condensatorului, îmbibat cu ulei mineral, se admite o temperatură limită de 60°C. Deoarece temperatura de încălzire a condensatorului e proporțională cu pierderile de putere din condensator (ΔP) și având

$$\Delta P = 2\pi f C u^2 \operatorname{tg} \delta,$$

pentru a evita încălzirea condensatorului în caz de funcționare la o tensiune ridicată este necesar să menținem temperatura ambiantă la nivelul cerut, care poate fi determinat din caracteristicele condensatorului date mai jos.

Condensatorii se întrebuințează de fapt pentru ameliorarea factorului de putere din considerații economice; deaceea se cere înainte de toate, ca condensatorul să fie ieftin. Pentru valori mici ale

*) Traducere din „Vestnic elektropromâșlennosti", 8 (1948)

factorului de putere ale sistemelor, e rentabilă și utilizarea unor condensatori relativ scumpi.

Indicii tehnico-economici ai seriei fabricate se află la nivelul cerințelor moderne. Aceasta s'a realizat prin utilizarea completă a volumului părții active a condensatorului. Au fost înlăturate canalele de ulei, golurile inutile, iar circulația de ulei lipsește. Căldura din interior se transmite la exterior numai prin transport de căldură prin grosimea relativ mică a izolației de hârtie de cablu.

In tabela 2 se dau indicii comparativi ai câtorva condensatori.

torului, fapt care îmbunătățește conducerea căldurii din interior.

In fig. 2 sunt reprezentate curbele temperaturilor stabilizate de supraîncălzire ale condensatorului în funcție de puterea pierderilor din el. Curba *1* reprezintă temperatura maximă a peretelui lateral al condensatorului (la circa $^3/_4$ din înălțimea corpului), iar curba *2* reprezintă temperatura uleiului în straturile superioare ale condensatorului.

In fig. 2 se dă distribuția temperaturilor în interiorul condensatorului de 6,0 kv, 13,0 kvar în

Tabela 2

Indici comparativi ai condensatorilor pentru ameliorarea factorului de putere

Anul de fabricație	Intreprindere producătoare	Tensiunea nominală, kV	Puterea, kvar	Dimensiunile de gabarit a corpului baza — înălțimea mm	Greutatea kg	Volumul dm³/kvar	kg/kvar	dm³/kvar	Materiale de impregnare
1940	MTZ	6	25	450×240 / 580	65,0	1,82	2,6	2,9	Ulei mineral
1940	KZETA	6	12	315×110 / 440	32	1,6	2,67	3,7	idem
1947	Fabrica de condensatori	6	12	380×110 / 350	23	1,22	1,92	2,95	Idem
1940	MTE	0,38	9,5	450×240 / 580	51,5	4,8	5,82	7,8	Idem
1947	Fabrica de condensatori	0,38	5	380×110 / 350	23	2,92	4,6	7,08	Idem
1947	Fabrica de condensatori	0,5	8,6	380×110 / 350	23	1,7	2,67	4,1	Idem

Caracteristicile termice ale condensatorilor fabricați. In fig. 1 este reprezentată caracteristica termică a unghiului de pierderi al condensatorului.

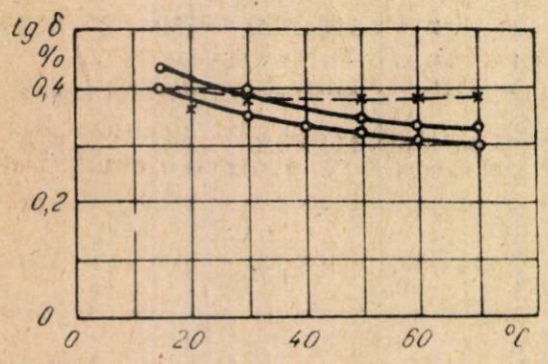


Fig. 1. Dependența tg δ de temperatură.

Când temperatura crește până la 60—70°C. tg δ scade; după aceea are loc o creștere bruscă a tg δ și, dacă nu vom lua măsurile necesare, condensatorul va fi scos din uz din cauza clacării termice.

In general, curbele tg $\delta = f(T)$ depind de calitatea hârtiei de condensator, de materialul de impregnare, de procesul de fabricație a condensatorilor și de alte cauze.

Condensatorii au o grosime redusă, de ordinul a 110. Insă au o lățime mare. Păturile izolante sunt dispuse perpendicular pe pereții lați ai condensa-

regim stabilizat la încercarea cu o tensiune de 6,9 kV și o putere de 17,2 kvar.

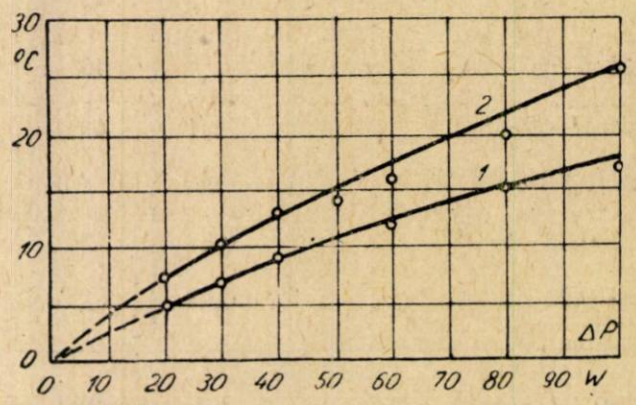


Fig. 2. Variația temperaturilor de supraîncălzire ale condensatorilor în funcție de pierderile de putere:
1 temperatura maximă a peretelui; *2* temperatura uleiului

Din fig. 3 se vede că în interiorul dielectricului din condensator temperatura e relativ uniformă în toate direcțiile planului orizontal. Partea principală e suportată de izolația dispusă între peretele corpului și secțiuni.

In fig. 4 sunt reprezentate curbele de încălzire ale aceluiași condensator în funcție de durata încercării. Diferența maximă de temperatură în punctul *2* (în interiorul dielectricului) este de 27,5°C; în punctele *9* și *6* (în straturile superioare

ale uleiului) — respectiv de 13 și 9°C, iar pentru peretele lateral, în punctul *11*, diferența este de 12,5°C.

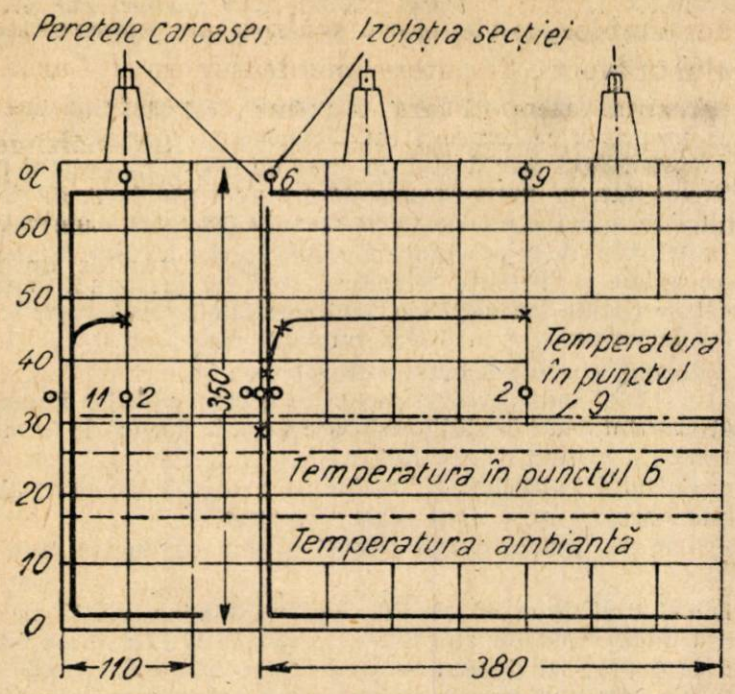


Fig. 3. Temperaturile stabilizate de încălzire ale condensatorului în diferite puncte pentru $U = 6{,}9$ kV; $P = 17{,}2$ kvar.

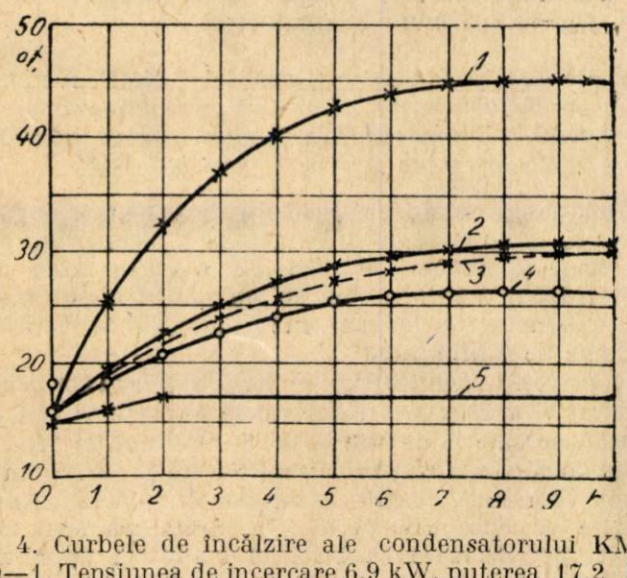


Fig. 4. Curbele de încălzire ale condensatorului KM — 6—10—1. Tensiunea de încercare 6,9 kW, puterea 17,2 kvar:
1. în punctul 2; 2 în punctul 9; 3 în punctul 11; 4 în punctul 6; 5 temperatura ambiantă.

In fig. 5 se dă distribuția temperaturilor după înălțime, în peretele lateral al condensatorului.

Pe baza caracteristicilor termice ale condensatorului, inginerul de exploatare poate deduce care din regimurile de funcționare ale condensatorului poate fi admis, în funcție de mărimea temperaturii ambiante. In cazul unei temperaturi ambiante ridicate nu se poate admite o supraîncălzire de lungă durată a condensatorilor de tensiune; la tempe-

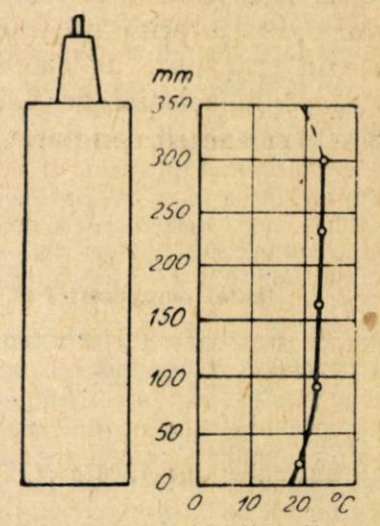


Fig. 5. Distribuția temperaturilor din condensator după înălțimea peretelui la pierderi de putere de 60 W.

raturi ambiante sub 15°C condensatorul poate funcționa timp îndelungat la tensiuni cu 15% mai mari decât tensiunea nominală.

Particularitățile constructive ale condensatorilor. Toți condensatorii din seria de față se confecționează din aceleași corpuri ștanțate, normate, din fir de 1 mm cu cusături sudate. Pe capac e prevăzută o scoabă pentru punere la pământ cu un șlift de 8 mm diametru.

Pe laturile înguste ale corpului sunt prevăzute scoabe pentru transportul condensatorilor. Izolatorii de ieșire sunt din porțelan. Condensatorii pentru tensiuni dela 1 000 până la 6 000 V posedă câte 18 secții absolut identice, grupate succesiv și în paralel conform tabelei 1.

Condensatorii de 220, 380 și 500 V au câte 6 secții pe fază conectate în paralel prin siguranțe fuzibile și așezate în interiorul condensatorului; fazele sunt grupate în triunghiu.

In cazul când în condensator se observă un scurt circuit, secția străpunsă este deconectată prin arderea siguranței, fără a desface condensatorul.

NOTE • RECENZII

TIHONOR N. F.: *Despre punerea la pământ a punctelor de nul din bobinele transformatorilor în rețele de* 380 V. Electricestvo, 4 (1951), pag. 74—75.

Problema de a pune sau nu la pământ punctul nul, al transformatorului, în rețelele de 380 V, depinde de starea de izolație a rețelei date. Se recomandă ca instalația electrică să fie supusă în mod regulat încercărilor profilactice cu tensiune ridicată. Aceasta permite să se afle locurile defecte spre a se putea elimina la timp. In felul acesta, se păstrează izolația și se reduce la minimum numărul contactelor cu pământul în timpul lucrului. Saromatnikov I. A. atrage atenția că numai prin cât mai dese încercări profilactice a izolației se poate avea o funcționare mai sigură a utilajului electric, mai ales în instalațiile industriale, unde există un număr mare de muncitori și unde izolația slabă a rețelelor poate mări numărul accidentelor.

Ing. Kulikovskii A. A., analizând articolelul lui Tihonov N. F., ajunge la concluzia că, punerea la pământ a firului neutru în rețelele cu trei fire (conductori) nu este numaidecât necesară; ba poate provoca chiar neajunsuri. Recomandarea în privința punerii la pământ a conductorului neutru trebue să fie diferențiată pentru diferite tipuri de rețele în raport cu sistemul lor, cu modul de așezare, cu calitatea izolației și a.m.d. La fel depinde caracterul de deservire a lor.

S'a dovedit că, cu mărirea ramificațiilor rețelei, pericolul instalațiilor cu conductorul neutru nepus la pământ, crește repede. Aceasta se explică un numai prin descreșterea rezistenței izolației în rețea, dar și prin faptul că în rețelele cu multe ramificații, punerile la pământ se produc mai des și sunt de mai multă durată, din cauza greutății de a afla repede locul defectului și deci a întârzierii în eliminarea acestuia.

CRAIȚBERG M. I.: *Intrebuințarea generatorilor de curent continuu pentru comanda escavatorilor.* Electricestvo, 4 (1951), pag. 37—44.

Pentru comanda escavatorilor, în articolul de față autorul studiază problemele de bază care se află la întrebuințarea unui sistem de transmisii, comandat de generatorii de curent continuu de tip cu trei înfășurări și de generatori purtați de amplificatori mecanici cu câmp transversal.

Sistemul de comandă cu amplificator mecanic are avantajul că posedă o acționare mai perfectă și o viteză mai mare în scurgerea regimurilor tranzitorii.

Se cere folosirea amplificatorilor cu un puternic coeficient de amplificare. Acest lucru poate fi realizat prin mărirea volumului de cupru, în bobinele de curent, micșorând în același timp volumul cuprului la alte bobine de comandă, mai ales la acele cu timp scurt (bobine de stabilizare).

Pentru comparația sistemelor de transmisie prin generatori cu trei înfășurări și generatorii comandați de amplificatori mecanici, în cuprinsul articolului sunt date curbele caracteristicilor; curba 1 pentru generator cu trei înfășurări și curba 2, pentru generator cu comanda electromecanică.

Autorul descrie, în mod amănunțit, variațiile ce suferă și tensiunea în timpul regimurilor tranzitorii.

In rezumat, autorul enumără avantajele ce le are comanda escavatorilor cu ajutorul amplificatorilor electromecanici, față de cea cu generatori cu trei înfășurări.

IAGUNOV B. A.: *Despre principiile de bază a standardizării semnelor convenționale grafice în schemele electrice.* Electricestvo, 2 (1951), pag. 80.

Autorul explică ce trebue înțeles sub cuvântul semn convențional și modul lor de aplicare.

Deasemenea pentru ușurința orientării autorul împarte elementele schemei în 9 grupe principale, grupe enumerate în textul articolului. Mai departe autorul enumără cerințele principale care se cer semnelor convenționale grafice pentru schemele electrice principale.

Se menționează modul de așezare a elementelor care compun schema electrică principală și schema electrică de montaj, fără a ne interesa construcția aparatelor.

Autorul menționează cartea lui M. A. Afimov consacrata problemei standardizăriii semnelor convenționale în schemele electrice, menționând neajunsurile teoriei lui.

TERTLIN L. A.: *Calculul inductivității conductorilor prin metoda integrării numerice.* Electricestvo, 2 (1951), pag. 63—68.

Având în vedere, că până în prezent, calculul inductivității proprii și reciproce a conductorilor și contururilor de formă complexă este destul de greu de executat, autorul în articolul dat, își pune sarcina de a studia problema de determinare a inductivității, prin metoda integrării numerice.

In articolul de față, se face studiul cablelor a căror dimensiuni axiale și distanțe reciproce, sunt cu mult mai mari, decât secțiunile lor verticale, iar penetrabilitatea magnetică a conductorilor și a mediului ambiant, este aceeași.

Articolul, conține următoarele calcule:

a) Calculul inductivității reciproce a conductorilor liniari.

b) Calculul inductivității reciproce a conductorilor de formă oarecare și a unui contur linear.

c) Calculul inductivității reciproce a unui conductor de formă oarecare și a unui contur circular.

d) Calculul inductivității proprii a unui conductor curbiliniu.

Din studiul autorului, rezultă că calculul inductivității proprii a unui conductor curbiliniu, se reduce la integrarea numerică dublă; iar determinarea inductivității a doi conductori, din care unul este drept-linear sau prezintă un inel, circular închis, poate fi redus la integrarea numerică simplă.

In text sunt date rezultatele calculelor, fie sub forma de curbe, fie sub forma de tabele numerice. Deasemenea autorul, ne dă mai multe formule, pentru calculul inductivității reciproce, pentru tot felul de conductori.

NESTERENCO A. D.: *Despre articolele*: *K. B. Karandeeva „Despre clasificarea metodelor electrice de măsurat" și Sramcova E. G. „Despre clasificarea aparatelor de măsură electrice".* Electricestvo 2 (1951), pag. 81—84).

Autorul descrie metodele electrice de măsurat, după Karandeeva K. B. împărțindu-le în metode de comparație a timpurilor egale și metode de comparație a timpurilor simultane. Mai departe autorul descrie amănunțit aceste metode, cu toate subîmpărțirile lor și anume: metodele de coincidență și metodele de echilibrare.

In ce privește clasificațiile de bază a schemelor electrice de măsurat și a aparatelor, autorul le împarte în trei grupe principale, pe care le descrie la fel în articolul de față.

Se dau două păreri asupra concepțiilor lui E. Gh. Sramcova, din care vom reda părțile esențiale. Ing. A. P. Koslova, recunoaște că concepțiile lui E. Gh. Sramcova, sunt un pas înainte și pot fi luate ca bază la stabilirea unor norme și standarde noi pentru aparatele electrice de măsurat, menționând totuși, unele deficiențe, a căror concepții, deficiențe pe care le descrie foarte amănunțit în cuprinsul articolului, observațiuni dealtfel foarte interesante pentru cititori.

STEIN N. D.: *Rezolvarea unor probleme pe marginea câmpului electromagnetic, prin modele electrice cu două dimensiuni.* „Electricestvo", 2 (1951), pag. 50—55.

Autorul, scoate în evidență, analogia ce există între ecuațiile ce determină câmpul electromagnetic și ecuațiile care caracterizează relațiunile între tensiunile și curenții ce iau naștere în modele.

Pe baza studiilor executate, au fost determinate criteriile de asemănare a acestor ecuații. Autorul descrie amănunțit, cum s'a ajuns să se stabilească asemănarea de mai sus.

In lucrările sale autorul, s'a servit de modelele studiate de Gutenmaher L. L., compuse din elemente pasive, de autoinducție, capacități și rezistențe active și dovedește că unele probleme, pot fi rezolvate cu destulă aproximație prin aplicarea metodelor electrice de modelare.

Sunt date figuri, din care, una reprezintă un sector al unui model electric; iar cealaltă, spațiul unui paralelipiped elementar.

Pentru ilustrarea celor tratate și a rezultatelor la care s'a ajuns, autorul, ne prezintă exemple de alcătuire de modele de care se servește în rezolvarea problemelor, strâns legate cu propagarea undelor electromagnetice și cu studiul câm-

pului electromagnetic, produs în rezonatoarele de capacitate volumetrică.

Cu toate că se pot prezenta un număr mare de alte exemple pentru construirea de modele analoage, autorul, este de părere, că schemele date, sunt suficiente, pentru ca cititorul, să înţeleagă principiul şi metodica principiului de modelare, expus în acest articol.

FURSTENBERG A. I. Ing. : *Măsurarea inducţiei reciproce la frecvenţa* de 50 Hz. Electricestvo, 3 (1951), pag. 63 — 64.

Bobinele de inducţie reciprocă de 0,01 henry, care se întrebuinţează cel mai des pentru măsurători electrice şi magnetice, pot fi măsurate la frevenţă de 50 Hz fără utilizarea măsurătorilor standard de capacitate, inductanţă sau inductanţă reciprocă. Această metodă, care este o simplificare a schemei cunoscute, poate fi uşor realizată în practică.

Metoda aceasta este expusă în articolul de faţă şi ea constă în măsurarea inductanţei reciproce în baza rezistenţei active cunoscute şi a frecvenţei reţelei.

SLAVIN P. M. : *Acţionarea electrică reglabilă dela maşinile poligrafice rotative.* Electricestvo, 2 (1951), pag. 89.

Autorul descrie, care trebue să fie calităţile, deasemenea şi modul de funcţionarea presei rotative de imprimare. Schema de funcţionare este prevăzută cu un dispozitiv, care să permită blocarea dinamică.

Autorul face comparaţie, între dispozitivul de acţionare a presei rotative de imprimare şi dispozitivul de acţionare dela un motor asincron cu motor fazic şi reglarea prin reostat.

Este natural, ca faţă de neajunsurile dispozitivului de acţionare cu utilizarea motoarelor asincrone, sistemul descris al funcţionării presei rotative de imprimare, are avantajele ei.

URUSOV I. D. şi SUR GH. I. : *Despre construcţia economică a hidrogeneratorului vertical de putere mică.* Electricestvo, 2 (1951), pag. 33—38.

In prezentul articol, autorul, ne dă rezultatele studiilor întreprinse pentru realizarea, unui hidrogenerator vertical de 150—500 kW şi 187—300 tur/min, care poate cu succes să fie utilizat, pentru electrificările rurale. Deasemenea, se arată, dependenţa dimensiunilor pieselor principale, faţă de valoarea momentului volantului, care, depinde de timpul necesar creşterii turaţiei, dela 0 până la cea mai nominală, în cazul maşinei fără sarcină.

Autorul descrie, avantajele executării maşinilor hidroelectrice, cu rotor exterior, care urmează, a fi larg utilizate în hidroenergetica rurală.

In articolul de faţă, se dă descrierea maşinei cu rotor exterior, deasemenea şi funcţionarea ei.

Pentru a asigura o funcţionare nominală, în timpul exploatării, în cazul variaţiilor de sarcină a generatorului urmate de mari schimbări de viteză, autorul dă limitele timpului mecanic Tm.

Autorul recomandă fabricarea în serie, de către industria indigenă, a maşinilor hidroenergetice de putere mică pentru a fi folosite cu succes, la electrificarea rurală, utilizând mici căderi de apă.

Noile maşini, au avantaje, că posedă o ventilaţie suficientă, asigurând o utilizare economică a materialului izolator şi reduce greutatea lui.

Creşterea momentului volantului, face exploatarea generatorului, mult mai sigură.

In încheiere, autorul, descrie elementele care permit a constata marile avantaje ale acestei construcţii, care ar trebui să atragă atenţia uzinelor de construcţii de maşini şi a Institutelor de Proiectări.

STECOLINICOV I. S. : *Examinarea stadiului iniţial de descărcare în cazul intervalelor foarte mici între electroni.* Electricestvo, 2 (1951), pag. 87.

In 1949 Institutul Energetic al Academiei Ştiinţelor din U. R.S.S. a studiat procesele electrice ,care însoţesc prelucrarea electrică a eroziunel metalelor, întrebuinţând tensiuni de 300 — 250 V şi mai joase.

Autorul descrie în mod sumar acest proces.

Experienţele de control au fost făcute cu electrozii curaţi având tensiunea de străpungere iniţială $U_0 > 400—500$. S'a mai făcut o serie de experienţe cu electrozii, acoperiţi cu praf metalic. Autorul ne dă mai multe oscilograme, din care se văd mai clar rezultatele obţinute.

Autorul insistă asupra variaţiilor tensiunilor întrebuinţate, explicând şi motivele acestor variaţii.

DOCUMENTARE

In legătură cu articolul : *Tipizarea construcţiei motoarelor electrice* de ing. Octavian Smighelschi şi Ing. Ladislau Salgo, publicat în Revista Electricitatea 8 (1951), se poate consulta la Institutul de Documentare Tehnică, (I.D.T.) următoarea bibliografie :

CĂRŢI

MINISTERUL ENERGIEI ELECTRICE : *Manualul Constructorului de maşini electrice.* Bucureşti, Edit. Tehnică, (1951), pag. 73—80 : Construcţia maşinilor de curent continuu : pag. 191—199 : Construcţia maşinilor sincrone ; pag. 249—254 : Construcţia maşinilor asincrone ; pag. 278—359 : Construcţia transformatorilor. I.D.T. A—3617.

MEŞCERIACOV V. V. şi *I. M. CENTOV* : *Recalcularea maşinilor electrice şi tabele cu date pentru înfăşurări.* Moscova, Gosenergoizdat (1950), pag. 21—47 : Recalcularea maşinilor electrice de curent continuu ; pag. 75—97 : Recalcularea motoarelor asincrone. I. D. T. C—1280.

NICOLAEV V. A. : *Grupuri turbogeneratoare ale centralelor electrice navale.* Leningrad, Sudpromghiz, (1950), pag. 20—68 : Probleme de bază ale proiectării turbinelor dela grupuri turbogeneratoare cu angrenaje dinţate ; pag. 163—173 : Generatoarele electrice ; pag. 173—236 : Construcţia agregatelor. I.D.T., C—1766.

ALEXEEV A. E. : *Construcţia maşinilor electrice.* Moscova, Gosenergoizdat (1949): Ansamblurile constructive principale ale maşinilor electrice moderne şi metodele calculului de rezistenţă a pieselor lor, I. D. T. C—689.

KOSTENCO M. P. : *Maşini electrice* (Partea principală). Moscova, Gosenergoizdat (1949), pag. 101—134 : Tipuri speciale de bobinări ale maşinilor electrice ; pag. 135—167 : Problemele comutaţiei la maşinile cu colector ; pag. 168—214 : Parametri maşinilor electrice ; pag. 219—313 : Teoria schemelor echivalente şi diagramelor ale maşinilor sincrone şi asincrone ; pag. 521—580 : Momente şi eforturi suplimentare în maşinile electrice şi transformatori ; pag. 581—617 : Incălzirea şi răcirea maşinilor electrice. I.D.T. C—91.

TRETIAKOV M. N. : *Maşini electrice pentru aparatajul telegrafic.* Moscova (1949), Sviazisdat, pag. 54—55 : Dimensiunile pieselor colectorului şi periilor de cărbune. I.D.T. B—4615.

KOMAR E. G. : *Turbogeneratoare cu răcire prin hidrogen.* Leningrad, Gosenergoizdat, (1948) : Problemele fundamentale în legătură cu proiectarea, fabricarea şi ex. ploatarea turbogeneratoarelor cu răcire prin hidrogen. I. D. T. B—2079.

KRAVCIUC M. V. : *Tehnologia maşinilor electrice de curent continuu folosite în aviaţie* (Partea I). Moscova, Edit. Acad. „Jucovski", (1948). Noţiuni principale de fabricarea maşinilor. I.D.T. B—762.

PIOTROVSCHII L. M. : *Maşini electrice.* Moscova, Gosenergoizdat (1947), pag. 18—161 : Maşini de curent continuu, pag. 162—240 : Transformatori ; pag. 241—369 : Maşini sincrone ; pag. 370—484 : Maşini asincrone ; pag. 502—547 : Convertizoare. I. D. T. B—748.

GHEORGHIU I. I. : *Calculul şi construcţia maşinilor electrice.* Bucureşti, Ed. Politehnicii (1945), vol. III, pag. 3—304 : Calculul şi construcţia maşinilor electrice de curent continuu ; pag. 308—647 : Calculul şi construcţia maşinilor electrice de curent alternativ. I. D. T. C—191.

REVISTE

Motoare sincrone de precizie (cehă). Elektronik (1950) nr. 6 Iun. 131. I.D.T.

HARINOTONOV A. M. : *Motoare electrice cu mai multe viteze, pentru acţionarea maşinilor unelte.* Stanki i instr. (1950) Apr., 9—12. I. D. T.

KORAN V. : *Probleme referitoare la evoluţia şi construcţia unui mare generator vertical* (cehă). Elektrotechnicky Obsor (1950) nr. 9 Iun. : Se descrie construcţia cu o putere de 16.000 kWA şi tensiunea de 10.500 V. I.D.T.

BICIKOV V. P. : *Regimuri tranzitorii la motoare cu excitaţie independentă, la variaţiuni de flux şi tensiune.* Electricestvo (1950) nr. 3 Mart. 44—46. O nouă metodă grafică şi analitică pentru calculul vitezelor şi intensităţilor motoarelor de c. c. I.D.T.

MARTIUHIN V. M. : *O clasifjcare de bază pentru maşinile electrice.* Electricestvo (1950) nr. 3, Mart. 38—43 I.D.T.

Serie nouă de motoare electrice asincrone pentru utilizări generale. Vestnic Maşinostr. (1949) nr. 4 Apri. 17—19— Caracteristicile motoarelor asincrone noi cu răcire internă şi externă, până la 100 kW (I.D.T.).

GOGOLEWSKI Z. : *Maşinile electrice şi transformatorii la Sigre* (polonă) przegl. Elektrotechn. (1949) nr. 4, 5, 6, 21 Iun., 117—122 : Problemele noi în domeniul construirii alternatoarelor pentru marile reţele electrice ; Analiza rezistenţei transformatorilor de mare putere. I. D. T.

ROKJANSI I. L. : *Despre calculul convertizoarelor de frecvenţă.* Vestnic Electr. Prom. (1949) nr. 4 Apri. 4—7 ; Metodă pentru calculul convertizoarelor polifazice de frecvenţă (bazate pe fenomene de saturaţie). I. D. T.

NEIMAN Z. B. şi *C. F. COSTIN* : *Seriile de hidrogeneratoare verticale ale fabricii „URALELECTROAPARAT".* Vestnic Electroprom (1949) nr. 3 Mart. 1—7 I. D. T.

ERMOLIN N. P. : *Calculul numărului de amperisipire pentru curenţii de comutaţie, la maşinile de curent continuu.* Elektricestvo (1949) nr. 3 Mart., 29—33 ; I. D. T.

SADOVSCHI I. M. : *Problemele privind teoria generală a maşinilor electrice* Vestnic Electr. Prom. (1949) nr. 9, Sept. 1—7 ; Ecuaţiile generale ale tensiunilor şi ale momentelor electromagnetice pentru maşinile electrice ; Câteva aplicaţii ale teoriei expuse. I. D. T.

SIUNOV N. S. : *Refcritor la problema proiectării raţionale a marilor maşini electrice de mică viteză.* Electricestvo (1949) nr. 3 Mart. 70—72 ; I. D. Z. (tradus 575).

LOMB P. şi *F. LOMB* : *Construcţii şi aplicaţii speciale ale motoarelor electrice* (ungară). Elektrotechnika (1949) Nr. 12, Dec. 336—340. Desvoltarea atinsă în Ungaria în ultimii cinci ani în domeniul maşinilor electrice. I. D. T.

LIVŞIŢ S. M. : *Din problemele noilor standarde pentru maşini electrice şi transformatorii.* Electr. Stanţii, 9 Sept. (1949), pag. 43—44.
— Câteva propuneri de modificare şi completare a standardelor existente. I. D. T.

PLISS G. S. : *Dimensiunile capetelor arborilor şi înălţimile axei de rotaţie a maşinilor electrice.* Vestnic Maşinostr. Ian (1948), 64—66. I. D. T.

DROSESCU I. : *Noi performanţe în tehnica construcţiilor de maşini electrice, în U. R. S. S.* Rev. A.G.I.R. Electricitate (1948), nr. 6 Nov.—Dec. 281—282. I. D. T.

NIKITIN V. P. şi *KUTNITKI N. P.* : *Echilibrul dinamic al stării magnetice în maşinile electrice sistem Leonard* Izv. Acad. Nauc. Tehn. (1948) 623—635. I.D.T.

GOROJANKIN B. N. : *Modelul unui motor electric de frecvenţă radio.* T. Tehn. Fiz. (1948) nr. 10 Oct. 1258—1264 I. D. T.

IOFFE A. B. : *O nouă metodă pentru calculul pierderilor prin comutaţie în maşinile de curent continuu.* Vestnic Electroprom, (1948) Mart. 20—21 I. D. T.

KASIANOV V. T. şi alţii : *Puterea limită la maşini de curent continuu de dimensiuni date şi câteva probleme ale proiectărilor.* Vestnic. Electr. Prom. (1948) Nr. 11, Nov. 3—7. I. D. T.

SZILJ L. : *Motoare trifaze cu colector* (ungară). Elektrotechnika (1948) Nr. 11, Nov. 255—272. I. D. T.

VARŞAVSKI IA. S. şi alţii : *Noua serie de motoare asincrone de utilizare universală.* Vestnic Maşinostr. (1948) 9, sept. 1—5. I. D. T.

KOZLOWSKI M. S. : *Despre calculul încălzirii maşinilor electrfce* I. D. T. (tradus 249).

INDICAŢIUNI PENTRU AUTORI

Redacţia roagă autorii să ţină seamă la întocmirea manuscriselor, de următoarele:

1. Subiectele trimise spre publicare să fie în strânsă legătură cu sarcinile concrete ale Planului Cincinal şi ale Planului de Electrificare şi să reflecte munca şi realizările dela locul de producţie, precum şi însuşirea experienţei şi tehnicei sovietice.

2. Tratarea subiectelor să fie făcută la un nivel ştiinţific şi tehnic ridicat cu consultarea literaturii sovietice de specialitate şi într'un stil impersonal, clar, sobru şi concis, evitându-se repetările inutile.

3. Se vor respecta regulile ortografice ale Academiei R.P.R., iar notaţiile şi termenii tehnici să fie în concordanţă cu standardele în vigoare.

4. Expunerea să nu depăşească 10 — 12 pagini dactilografiate.

5. Articolele să fie scrise la maşină, în dublu exemplar, pe o singură faţă a hârtiei, la două rânduri, cu o margine în stânga de 5 cm, iar corecturile după dactilografiere să fie executate cu cerneală, citeţ, pe ambele exemplare trimise.
   In mod excepţional articolele vor putea fi scrise şi de mână, însă numai cu cerneală, foarte citeţ şi tot pe o singură faţă a hârtiei.

6. Articolele să fie însoţite de un rezumat de aproximativ 10 rânduri.

7. Articolele să fie însoţite de desene, grafice şi fotografii, iar numărul lor să fie cel strict necesar înţelegerii textului. Desenele să fie executate în tuş negru, pe hârtie de calc, respectându-se normele STAS. In cazul când în mod excepţional, vor fi executate cu creionul, desenele să fie curate şi clare. Indicaţiile sau notaţiile de pe desene vor fi scrise citeţ. Fotografiile vor fi clare având dimensiunile de cel puţin 9×12 cm.
   Desenele, graficele şi fotografiile trebue trimise odată cu articolul, dar nu lipite pe manuscris, ci separat, adăugându-se şi o listă a lor, cuprinzând neapărat legendele respective.
   Fiecare desen sau fotografie va purta un număr de ordine corespunzător cu cel menţionat în text. In textul articolului se va arăta locul figurilor.

8. Formulele să fie scrise de mână, cu cerneală şi foarte citeţ. Indicii să fie scrişi mai jos, iar exponenţii mai sus; şi unii şi ceilalţi, mai mici decât simbolurile.

9. Tabelele care vor sintetiza rezultatele cercetărilor să fie explicate şi să se indice unităţile de măsură în care sunt alcătuite. Unităţile de măsură străine vor fi transformate în cele metrice.
   Titlurile rubricilor se vor scrie complet, fără prescurtări. Conţinutul tabelelor va fi scris cu cea mai mare atenţie pentru a se evita strecurarea erorilor.

10. Autorii sunt obligaţi ca la finele articolelor să indice bibliografia utilizată. Această indicare se va face în modul următor:
    Pentru tratate: numele autorului, titlul lucrării, localitatea şi editura, anul apariţiei, volumul, pagina.
    Pentru periodice: numele autorului, titlul revistei, n-rul, anul, pagina.

11. Toate articolele vor fi semnate de autor. Autorii vor indica totodată citeţ, numele şi pronumele complet, adresa, instituţia unde lucrează şi numerele de telefon (instituţie sau domiciliu), spre a li se putea face comunicări în caz de nevoie.

12. Articolele care tratează rezultate de cercetări sau realizări vor purta viza instituţiei respective.

13. In cazul când li se trimit corecturile, autorii sunt obligaţi să le restitue în termen de maximum 24 ore, neadmiţându-se nicio modificare faţă de manuscris.

14. Remunerarea articolelor şi a desenelor se face potrivit tarifului în vigoare.

Abonamentele la periodice se fac numai prin
Centrul de Difuzare a Presei

BUCUREŞTI:

Str. Const. Mile, 14
Telefon 5.28.90.

Tarife pentru:	Membrii A.S.I.T.	Particulari
GAZETA TEHNICIANULUI	300	1000
REVISTELE TEHNICE	400	1200

PROVINCIE:

La sucursalele din Reşedinţele Regiunilor şi Raioanelor

CĂRȚI APĂRUTE ÎN

EDITURA TEHNICA

Ing. N. G. VOSTROKNUTOV; **Contoare electrice și exploatarea lor,**
traducere din limba rusă, 260 pagini, 360 lei;

A. A. GLAZUNOV: **Rețelele sistemelor electrice,**
traducere din limba rusă, 540 pagini, 500 lei;

M. A. MOSTCOV: **Principiile proiectării hidroenergetice,**
traducere din limba rusă, 408 pagini, 360 lei;

I. P. JEREBȚOV: **Radiotechnica pentru amatori,**
traducere din limba rusă, 504 pagini, 480 lei;

Ing. L. M. SCHNIȚER: **Transformatori,**
traducere din limba rusă, 192 pagini, 190 lei;

V. A. ZAIDEL: **Montarea instalațiilor de cazane în centralele electrice,**
traducere din limba rusă, 432, pagini, 650 lei.

Prof. Dr. A. M. ZALESCHI: **Transportul energiei electrice,**
traducere din limba rusă, 396 pagini, 522 lei;

Taxa poștală plătită în numerar conform aprobării Nr. 168.026/946.

C. 6625 — Centrul Poligrafic Nr. 2, Unitatea C.

ELECTRICITATEA

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ŞI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

ELLENŐRIZVE
1953
Országos Mező... Könyvtár TULAJDONA...

12

EDITURA TEHNICA
1951

Országos Műszaki Könyvtár TULAJDONA

ELECTRICITATEA

Apare lunar sub îngrijirea unui Comitet de Redacţie

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ŞI AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE ŞI INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE

Anul II ★ Decemb. 1951 ★ Nr. 12 Redacţia: Bucureşti, Episcopiei 2 ★ Tel. 3.57.28, 3.07.30

SUMARUL

	Pag.
La a 72-a Aniversare a tovarăşului Stalin	3
30 Decembrie, marea sărbătoare a Patriei noastre	6
M. Marinescu şi *I. Flondor:* Condensatorul electrodinamic	9
Al. Roth şi *Al. Berman:* Incălzirea în industrie cu radiaţii infraroşii	16
Em. Geles: Betatronul	20
V. Cristescu: Incercări de a mări precizia şi de a reduce durata etalonării wattmetrelor electrodinamice prin metoda compensatorului	26
A. Vasilescu: Câteva consideraţii în legătură cu încercarea de scurt circuit la transformatoarele de mare putere	30
DIN EXPERIENŢA U. R. S. S.	
B. I. Zaporojeţ şi *T. P. Muşatov:* Organizarea reparaţiei rapide a transformatorilor	32
M. A. Lomonosov şi *A. Ia. Rosental:* Măsurarea curenţilor de punere la pământ în reţelele de 6—10 kW cu neutrul izolat	35
Note — Recenzii	36
Revista Revistelor	37
Tabla de materii pe anul 1951	38
Cărţi de Electricitate şi Electrotehnică apărute în Editura Tehnică	40

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
К 72-ой годовщине товарища Сталина	3
30 декабря, великий праздник нашей Родины	6
М. МАРИНЕСКУ и И. ФЛОНДОР: Электродинамический конденсатор	9
А. РОТ и А. БЕРМАН: Промышленный нагрев при посредстве инфракрасных излучений	16
ЕМ. ДЖЕЛЕС: Бетатрон	20
В. КРИСТЕСКУ: Опыты по увеличению точности и по уменьшению времени эталонирования электродинамических ваттметров при помощи компенсатора	26
А. ВАСИЛЕСКУ: Несколько выводов в связи с опытом короткого замыкания в очень мощных трансформаторах	30
ИЗ ОПЫТА СССР	
Б. И. ЗАПОРОЖЕЦ и Т. П. МУШАТОВ: Устройство быстрых починок трансформаторов	32
М. А. ЛОМОНОСОВ и А. Я. РОЗЕНТАЛЬ: Измерение токов замыкания на землю в 6...10 кв. посредством изолированного нейтрального	35
ЗАМЕТКИ - РЕЦЕНЗИИ	36
ОБЗОР ЖУРНАЛОВ	37
Содержание журнала за 1951 г.	38
Книги по электричеству и электротехнике изданные Техническим Издательством	40

ELLENŐRIZVE
1953

IOSIF VISSARIONOVICI STALIN

LA A 72-a ANIVERSARE A TOVARĂȘULUI STALIN

Tovarășul Stalin, genialul conducător al oamenilor muncii din întreaga lume, împlinește la 21 Decembrie 1951 vârsta de 72 de ani.

Această zi, una din cele mai scumpe pentru clasa muncitoare, este sărbătorită de popoarele sovietice și de întreaga omenire progresistă, de toți cei ce luptă pentru eliberarea clasei muncitoare, precum și de toate popoarele subjugate, din țările coloniale și dependente, care luptă pentru eliberarea lor națională și socială.

De peste o jumătate de veac, tovarășul Stalin duce o activitate revoluționară necontenită, o luptă aprigă pentru mai binele celor ce muncesc.

Discipol credincios al genialului Lenin, au făurit împreună puternicul Partid Comunist Bolșevic al Uniunii Sovietice, partidul de tip nou, forța care a asigurat înfăptuirea celei mai mari revoluții din istoria omenirii, Marea Revoluție Socialistă din Octombrie.

După moartea lui Lenin, toate victoriile glorioasului Partid Comunist (b) și ale guvernului Uniunii Sovietice au fost obținute sub conducerea înțeleaptă a tovarășului Stalin. In raportul său făcut la a 34-a aniversare a Marii Revoluții Socialiste din Octombrie, tovarășul Beria a spus:

...„Intreaga activitate a Partidului Bolșevic și a Guvernului Sovietic în perioada dintre a 33-a și a 34-a aniversare a Revoluției din Octombrie ca și în toți anii de după moartea marelui Lenin, s'a desfășurat sub conducerea înțeleaptă a conducătorului nostru, tovarășul Stalin. Cu genială clarviziune, tovarășul Stalin orientează Partidul și poporul în situațiile cele mai complexe ale vieții interne și internaționale și trasează perspectivele desvoltării ulterioare. Energia inepuizabilă a tovarășului Stalin în conducerea de zi cu zi, atât în ceea ce privește problemele mari, cât și în ceea ce privește cele de mai mică însemnătate, priceperea lui în a determina sarcinile principale ale Statului Sovietic și a îndrepta toate forțele noastre spre îndeplinirea lor, asigură popoarelor Uniunii Sovietice victorii măreațe în construirea comunismului".

In lupta împotriva dușmanilor interni și externi, tovarășul Stalin a condus poporul sovietic la victoria socialismului: calea acestor victorii are ca etape mărețele Planuri Cincinale, pe care poporul sovietic le-a denumit Cincinalele Staliniste.

Uriașele construcții începute anii aceștia din inițiativa și sub conducerea tovarășului Stalin, mărețele lucrări de transformare a naturii, ce se desfășoară azi în U.R.S.S. într'un ritm încă neîntâlnit nicăieri, fac să apară zorile comunismului în marea țară a sovietelor.

Aniversarea tovarășului Stalin este un prilej pentru clasa muncitoare de a arunca o privire asupra celor ce s'au realizat din inițiativa și îndemnul său, sub directa sa inspirație, în toate sectoarele de activitate.

Cercetând unul din aceste sectoare și anume cel al științei și tehnicei, constatăm că tovarășul Stalin, în activitatea sa prodigioasă, i-a dat o deosebită atenție.

Continuator genial al operei lui Lenin, tovarășul Stalin a îmbogățit tezaurul marxist-leninist cu lucrări strălucite, călăuză sigură pentru mișcarea muncitorească din lumea întreagă.

Problema dictaturii proletariatului, chestiune centrală a revoluției proletare, a fost adâncită de tovarășul Stalin.

Autor al programului bolșevic în problema națională, el a tradus în viață frăția de nesdruncinat a popoarelor Uniunii Sovietice. El tratează problema națională în mod temeinic, ca o problemă de bază și suprastructură.

In lucrarea „Problema națională și Leninismul", scrisă în 1929, sub formă de răspunsuri la unele nedumeriri și confuzii, și publicată în 1949, în vol. XI al operelor sale, tovarășul Stalin spune:

...„Vorbim cu toții de necesitatea unei revoluții culturale în țara noastră. Dacă e să ne ocupăm serios de acest lucru, și nu să aruncăm vorbe în vânt, trebue să facem în această direcție măcar primul pas: să introducem, în primul rând învățământul elementar obligatoriu pentru toți cetățenii țării, fără deosebire de naționalitate, iar apoi și învățământul mediu obligatoriu. Este clar că fără aceasta nu este posibilă desvoltarea culturală a țării noastre, fără să mai vorbim de așa zisa revoluție culturală. Mai mult, fără a-

ceasta nu vom avea o adevărată creştere a industriei şi a agriculturii, şi nicio apărare de nădejde a ţării noastre...“

In recentele sale lucrări privind linguistica, tovarăşul Stalin desvoltă în mod genial ideea asupra rolului suprastructurii în desvoltarea societăţii:

„Suprastructura este generată de bază, dar aceasta nu înseamnă nicidecum că suprastructura nu face decât să reflecte baza, că ea este pasivă, neutră, indiferentă faţă de soarta bazei sale, faţă de soarta claselor, faţă de caracterul orânduirii. Dimpotrivă, odată apărută, ea devine o forţă activă din cele mai mari, ajută activ bazei sale să capete formă şi să se consolideze, ia toate măsurile pentru a ajuta noii orânduiri să nimicească şi să lichideze vechea bază şi vechile clase“.

Geniala învăţătură stalinistă despre bază şi suprastructură, despre uriaşul rol creator al ideilor şi politicii Partidului, precum şi despre măreţul rol de transformator al Statului în construirea noii orânduiri este de o importanţă vitală pentru ţările de democraţie populară care-şi construesc socialismul.

Tovarăşul Stalin pune astfel la îndemâna partidelor comuniste şi muncitoreşti din aceste ţări, arme teoretice noi şi puternice, cu ajutorul cărora ele pot studia acţiunea reciprocă dintre bază şi suprastructură, mecanismul interior al modului de producţie şi pot trage concluzii pentru activitatea lor practică. Această învăţătură constitue o puternică lovitură dată dogmatismului şi celor ce nu înţeleg conţinutul revoluţionar, creator, al marxismului şi este în acelaşi timp un minunat exemplu de modul în care trebue aplicată şi desvoltată în mod creator teoria marxist-leninistă.

Tovarăşul Stalin nu este numai creatorul economiei politice a socialismului ci şi al ştiinţei militare staliniste, pe care a ridicat-o mai ales, în grelele vremuri ale Marelui Război de Apărare a Patriei, la înalte culmi de concepţie, strategie şi tactică, ce au dus la victoria popoarelor sovietice asupra armatelor fasciste şi a adus eliberarea multor popoare din lanţurile imperialismului.

Tovarăşul Stalin trasează calea ştiinţelor. Premiile Stalin, răsplătesc iniţiativa, spiritul cercetător şi inventiv, îmbinarea armonioasă a ştiinţei cu experienţa practică, care permite oamenilor de ştiinţă şi tehnicienilor din U.R.S.S. să realizeze marile construcţii şi complexele maşini şi să facă investigaţii în structura materiei, pentru a pune energia atomică în slujba construirii societăţii comuniste. Premiile Stalin au răsplătit anul acesta eforturile neprecupeţite, talentul şi voinţa de a învinge greutăţile, calităţi ce caracterizează pe omul de ştiinţă şi tehnică din U.R.S.S.

In toate domeniile de activitate ştiinţifică şi tehnică, au fost şi în acest an distinşi numeroşi savanţi şi tehnicieni pentru realizările lor în domeniul acusticei, al jerbelor electrono-nucleare, al procesului nuclear în cascade, al razelor cosmice, al proprietăţilor magnetice ale metalelor etc.

Premiile pentru Pace, cu care au fost cinstiţi marii luptători pentru cauza păcii din întreaga lume sunt în consecventă legătură cu cele ce a declarat atât de categoric tovarăşul Stalin, în interviewul acordat corespondentului ziarului „Pravda“ în Februarie 1951:

„Pacea va fi menţinută şi consolidată, dacă popoarele vor lua în propriile lor mâini cauza menţinerii păcii şi o vor apăra până la capăt. Războiul poate deveni inevitabil dacă atâţătorii la război vor reuşi să prindă in mreaja minciunii masele populare, să le înşele şi să le atragă într'un nou război mondial...“.

Grija tovarăşului Stalin pentru marile construcţii ale comunismului este legată de dorinţa fierbinte de pace, aşa cum reiese din acelaşi interview, din pasajul următor:

...„Niciun Stat, inclusiv Statul Sovietic, nu poate să desfăşoare în toată amploarea sa industria civilă, să înceapă mari construcţii de felul staţiunilor hidroelectrice de pe Volga, Nipru, Amu-Daria, care necesită cheltueli bugetare de zeci de miliarde, să continue o politică de reducere sistematică a preţurilor la mărfurile de larg consum, care, deasemenea, necesită cheltueli bugetare de zeci de miliarde, să investească sute de miliarde în opera de refacere a economiei naţionale distruse de ocupanţii germani, şi totodată, concomitent cu aceasta, să-şi sporească forţele sale armate, să desvolte industria de război...“.

Tovarăşul Stalin se află permanent în fruntea celor ce luptă pentru Pace. El este conducătorul uriaşului lagăr de sute de milioane de oameni care luptă pentru pace. De aceea aniversarea tovarăşului Stalin devine o sărbătoare a tuturor celor ce iubesc pacea şi vor să se bucure de ea.

* * *

Poporul nostru poartă recunoştinţă veşnică Uniunii Sovietice şi Marelui Stalin, pentru că ne-a eliberat de sub jugul fascist şi ne-a ajutat

să ne luăm soarta în propriile noastre mâini, pornind astfel pe drumul construirii socialismului.

Ajutorul politic şi diplomatic, pe care ni l-a dat Uniunea Sovietică la Conferinţa de Pace dela Paris şi în desbaterile dela O.N.U., ne-au asigurat independenţa noastră naţională.

Refacerea economiei noastre distruse de război şi de actele de sabotaj ale burghezo-moşierimii, înfăptuirea celor 2 Planuri de Stat pe anii 1949 şi 1950, precum şi victoriile dobândite în primul an al Planului nostru Cincinal şi al Planului de Electrificare, nu ar fi fost cu putinţă fără de ajutorul tovărăşesc, neprecupeţit şi multilateral al Uniunii Sovietice.

Măreţele noastre lucrări de construire a bazei economice a socialismului, industria noastră şi în cadrul ei industria electrotehnică şi energetică, marile şantiere în general şi cele ale electrificării, în deosebi, toate acestea se înfăptuesc datorită ajutorului sovietic pe care ni-l dă în specialişti, tehnicieni, maşini, materiale, materii prime, literatură ştiinţifică, documentaţie tehnică, etc., toate având la bază ştiinţa şi tehnica cea mai avansată din lume, ştiinţa şi tehnica sovietică.

Noi construim astăzi socialismul în condiţiile existenţii celui mai puternic stat din lume, Uniunea Sovietică, condusă de cel mai înţelept şi iubit conducător al tuturor timpurilor, tovarăşul Iosif Vissarionovici Stalin.

Experienţa sovietică ne ajută să construim socialismul la noi cu mijloacele cele mai avansate ale tehnicei, cu care oamenii sovietici construesc astăzi comunismul.

Formarea cadrelor noastre tehnice se face cu ajutorul U.R.S.S., unde îşi desăvârşesc cunoştinţele şi se specializează sute de tehnicieni şi ingineri ai noştri lucrând în cele mai moderne uzine sovietice. Reîntorşi în ţară, ei introduc metodele de lucru învăţate şi creează cadre noi pentru industria noastră în necontenită desvoltare.

Metodele de lucru ale stahanoviştilor sovietici sunt introduse pe o scară din ce în ce mai mare în ţara noastră. Primii noştri stahanovişti au apărut în toate întreprinderile, tocmai datorită folosirii pe scară largă a minunatelor metode sovietice de lucru.

„Niciodată în istoria ţării noastre — spune tovarăşul Gheorghe Gheorghiu-Dej — n'au existat şi nici nu au putut exista atâţia inovatori şi inventatori dintre muncitorii, pe care burghezia îi privea cu neîncredere şi dispreţ, niciodată iniţiativa creatoare a maselor nu s'a putut manifesta aşa cum se manifestă astăzi".

Ajutorul sovietic şi al Marelui Stalin personal pentru poporul nostru, ne-a permis să pornim astfel pe calea construirii unei vieţi noi în ţara noastră şi să putem privi perspectivele de viitor ce se deschid luminoase ştiinţei şi tehnicei noastre.

* * *

Cu prilejul celei de a 72-a aniversări, muncitorii, tehnicienii şi inginerii din sectorul energetic, electrotehnic şi de electrificare din R.P.R., adresează — împreună cu toţi oamenii muncii din ţara noastră şi de pe întreg globul — genialului învăţător şi conducător al oamenilor muncii, stegarului Păcii, marelui prieten al poporului nostru, tovarăşului Stalin, cele mai calde urări de viaţă lungă pentru fericirea întregii omeniri.

In cinstea acestei zile de sărbătoare, oamenii muncii îşi înzecesc eforturile lor pentru a obţine noi succese în munca pentru apărarea păcii împotriva aţâţătorilor la un nou război, imperialiştii americano-englezi.

Este cel mai fumos omagiu pe care omenirea muncitoare îl aduce Marelui STALIN!

30 DECEMBRIE, MAREA SĂRBĂTOARE A PATRIEI NOASTRE

La 30 Decembrie 1951, se împlinesc patru ani dela proclamarea Republicii Populare Române.

Oamenii muncii, conduși de Partidul clasei muncitoare, au răsturnat monarhia — ultima rămășiță a puterii burghezo-moșierești la noi și au instaurat Republica Populară Română, formă a dictaturii proletariatului.

Instaurarea Republicii Populare Române a pus capăt pentru totdeauna vremurilor de neagră robie, în care țara noastră a fost amarnic umilită, jefuită și asuprită de către imperialiști și slugile lor din țară.

Ziua de 30 Decembrie, piatră de hotar în istoria țării noastre, reprezintă lespedea de mormânt a trecutului negru de umilință și prigoană, jaf și asuprire, dar în același timp începutul zidirii unei vieți noui, plină de bucurii pentru robii de eri.

Proclamarea Republicii Populare Române a însemnat cucerirea puterii politice de către clasa muncitoare aliată cu țărănimea muncitoare, sub conducerea Partidului clasei muncitoare.

In cei patru ani, scurși dela 30 Decembrie 1947, regimul de democrație populară a realizat mari succese. Patria noastră a fost scoasă din ruina și înapoierea în care burghezia și moșierimea o țineau pentru a o putea exploata mai bine.

In adevăr, proclamarea republicii, în zorile anului 1948, a creat toate condițiile pentru a trece la o economie planificată, începând cu primele două planuri anuale de Stat, pe anul 1949 și pe anul 1950, și pregătind astfel drumul pentru aplicarea primului nostru Plan Cincinal 1951—1955 și a Planului de Electrificare.

In acești ani, s'au construit fabrici și uzine noi, s'au înălțat noi sonde și furnale, au început marile lucrări ale Canalului Dunăre-Marea Neagră, care se desfășoară într'un ritm accelerat, depășind toate previziunile, a început munca pe marile șantiere ale electrificării. Uzinele noastre produc, cu ajutorul neprecupețit și nepreținut al Uniunii Sovietice, mașini și unelte, materiale și articole de larg consum, pentru care eram altădată tributarii capitaliștilor din țările imperialiste. Dela plugul rudimentar de lemn, agricultura a trecut azi la forma mecanizată, înzestrată fiind cu mii și mii de tractoare produse de uzinele noastre. Cu toate bogățiile ei naturale și cu tot solul ei roditor, țara noastră era o țară înapoiată, în care țăranul murea de foame pentru ca boerul să-și cheltuiască plusvaloarea la joc de cărți și în huzur.

Abia după alungarea monarhiei și instaurarea Republicii Populare Române, s'a putut trece la crearea unei industrii grele, cu pivotul ei cel mai important, industria de mașini-unelte și s'a putut trece și la transformarea socialistă a agriculturii.

Constatările expuse de tovarășul Vasile Luca la 22 August 1951 sunt extrem de grăitoare: *„Abia în 1948, după înlăturarea claselor exploatatoare și a monarhiei, a fost posibilă luarea unor serioase măsuri pentru refacerea economico-financiară a țării, pentru începerea marilor construcții socialiste și pentru ridicarea nivelului de trai și cultură al oamenilor muncii dela orașe și sate. Datorită avântului revoluționar cu care oamenii muncii au pornit să stăpânească, să reconstruiască și să desvolte industria noastră pe baze noi, socialiste, în scurt timp — numai în cele două planuri anuale — producția anuală a crescut față de 1948, mai mult chiar decât într'un sfert de veac sub regimul burghezo-moșieresc“.*

„In timpul scurt care a trecut dela naționalizare, în țara noastră s'a desvoltat industria de construcții de mașini-unelte și utilaj industrial care era aproape inexistentă. Astăzi suntem în stare să producem aproape în întregime utilaj petrolifer, diferite mașini-unelte, linii de ciment, rulmenți, diferite motoare electrice, vase maritime și fluviale, turbogeneratori și multe alte produse ale metalurgiei prelucrătoare — produse care altădată erau importate din țările capitaliste.

In acest scurt timp a fost creată în țara noastră și a luat o rapidă desvoltare industria electrotehnică, care nu a existat deloc sub vechiul regim“.

Sub vechiul regim, capitaliștii străini, care stăpâneau în cea mai mare parte petrolul țării noastre, au practicat o exploatare de jaf și de rapidă secătuire, nu au investit aproape nimic pentru explorări și nu au luat măsurile tehnice necesare pentru a împiedeca scăderea productivității.

Sarcina fundamentală a Planului Cincinal de desvoltare a economiei naționale a R. P. R. (1951—1955): construirea bazei economice a socialismului, a devenit o cauză a întregului popor muncitor din R. P. R.

Multe întreprinderi, uzine și șantiere au terminat planul lor de producție pe 1951, în cadrul Planului Cincinal, nu în Noembrie, cum își luaseră angajamentul, ci în Octombrie, Septembrie și chiar în August. Prin îndeplinirea planului înainte de termen, datorită eforturilor clasei

muncitoare, s'a întărit regimul nostru de democrație populară.

Republica Populară Română, stat de democrație populară, îndeplinește cu succes sarcinile dictaturii proletariatului. S'a împlinit la 3 Decembrie un an decând puterea de Stat a fost puternic consolidată prin alegerea Sfaturilor Populare. Astfel, întreaga putere de Stat în țara noastră isvorește dela poporul muncitor și este exercitată de jos până sus de oamenii muncii.

Ce departe sunt vremurile când România era o țară a cruntei exploatări de clasă, o țară a întunerecului, a analfabetismului, a celei mai mari mortalități infantile din Europa, a prigoanei de rasă. Astăzi, răsună voios țara de cântecul copiilor, analfabetismul este în lichidare, radioficarea aduce în colective și în căminul fiecărui om al muncii cultura, cântecul și bucuria.

Importante realizări în Republica Populară Română au fost înregistrate și în sectorul electrificării.

Decenii dearândul, s'a vorbit la noi despre electrificare. Guvernele burghezo-moșierești, care s'au perindat la cârma țării, n'au fost în stare să valorifice în folosul țării isvoarele nesecate de energie ale patriei noastre. In industria electrotehnică, burghezia ne-a adus în jalnica situație de a nu avea, în 1947, decât 7 ateliere unde se reparau mașini electrice, în unele din ele construindu-se numai întâmplător câteva mașini electrice de mică putere.

In ce privește producerea de energie electrică, în 60 ani, burghezia n'a fost în stare să ajungă decât la o putere instalată de circa 600.000 kW, din care nici 10% în uzine hidraulice, restul fiind uzine termice, care foloseau în majoritatea lor combustibil superior (gaz metan, cărbuni superiori și produse petrolifere).

Preocupați de căpătuirea lor și a partizanilor lor politici, pe spinarea clasei muncitoare exploatate, guvernanții burghezo-moșierimii nu vroiau să încerce riscul investițiilor, ci preferau importul, tot ei fiind și acționarii caselor de import. Instalațiile existente la naționalizare, rețelele și uzinele electrice, erau în cea mai mare parte într'o stare de uzură înaintată, ceeace periclita realizarea planurilor de producție ale industriei noastre. Această situație se datora faptului că de zeci de ani capitaliștii proprietari ai uzinelor nu făcuseră aproape nici o lucrare de întreținere sau vreo reparație mai importantă.

Aceste toate, precum și faptul că puterea centralelor electrice era fărâmițată în 603 uzine mijlocii și mici, verifică învățătura leninistă care spune limpede că acolo unde există capitalismul și proprietatea particulară asupra mijloacelor de producție, electrificarea nu poate fi făcută decât haotic, neplanificat și în așa fel încât să ducă la întărirea asupririi muncitorilor și țăranilor și la scăderea nivelului lor de trai.

Pentru electrificarea țării, a fost elaborat un plan pe 10 ani, pe care tovarășul Gheorghe Gheorghiu-Dej l-a prezentat C. C. al P. M. R., în raportul său din 26 Octombrie 1950.

Tovarășul Vasile Luca spune:

„In cadrul Planului de Electrificare a țării, inițiat de tovarășul Gheorghe Gheorghiu-Dej și pregătit sub îndrumarea sa, se realizează lucrări uriașe de construcții hidro și termoelectrice, care sub vechiul regim erau doar un vis irealizabil. Hidrocentrala „V. I. Lenin" de exemplu, a cărei construcție a început, face parte din cele mai mari construcții de acest fel din lume. La fel, construcția canalului Dunăre-Marea Neagră înaintează într'un ritm mai rapid decât a fost prevăzut inițial. Aceste lucrări uriașe vor permite irigarea a sute de mii hectare de pământ, vor transforma însăși natura secetoasă a regiunilor, vor permite desvoltarea și înflorirea agriculturii, vor procura energie electrică industriei noi ce se construește în aceste regiuni, vor lumina satele și vor desvolta transportul pe apă. Regiuni întregi, ținute în stare de înapoiere economică și culturală de trecutele regimuri, vor fi transformate în regiuni înfloritoare chiar în cadrul primului plan cincinal".

Realizările din anii de Democrație Populară sunt din cele mai grăitoare.

După exemplul și cu ajutorul Uniunii Sovietice, uzinele noi ce se construesc au toate și instalații de termoficare iar pentru cele vechi se studiază adaptările ce trebue făcute pentru ca energia vaporilor folosiți să poată servi mai departe la încălzire.

O bună parte a utilajului și mașinilor necesare realizării programului de lucrări pentru electrificare va fi fabricată în țară.

Realizări însemnate s'au înregistrat în sectorul electrificărilor rurale, care constitue o parte foarte însemnată a Planului de Electrificare. Prin electrificare, țăranii primesc lumină în cămine, se electrifică și mecanizează muncile agricole grele, se ridică nivelul cultural prin radioficare și cinematograf și nivelul sanitar prin folosirea electricității în dispensare.

Clasele exploatatoare au ținut masele țărănești în cea mai adâncă beznă. O statistică din anii 1941 arată că populația rurală deservită cu energie electrică reprezintă doar 6% din populația țării. Din cele 13.000 sate din R. P. R., au fost electrificate numai circa 450, până la punerea în aplicare a Planului de Electrificare.

Sfaturile Populare comunale și raionale, îndrumate de Partid, au pornit din prima zi a alegerii lor, la mobilizarea țărănimii muncitoare pentru electrificarea satelor. Ajutați de muncitorii din Intreprinderile Regionale de Electricitate și din alte întreprinderi, se instalează motoare, dinamuri, turbine, ori se fac racordări la rețelele de înaltă tensiune care trec prin apropiere, iar țăranii muncitori contribue prin procurarea stâlpilor, prin munca voluntară la facerea gropilor și plantarea stâlpilor, la întinderea conductorilor, etc.

In domeniul electrificării rurale, electrificarea ariilor este unul din mijloacele cele mai eficace

de mecanizare a agriculturii. Urmând exemplul Uniunii Sovietice, Partidul şi Guvernul a hotărît să se treacă la introducerea electricităţii în economia rurală, folosindu-se sursele şi instalaţiile existente.

Astfel, în anul 1950, au fost electrificate 289 arii cu 380 batoze, iar în anul 1951, au fost electrificate 445 arii cu 582 batoze; în plus 84 arii mecanizate au folosit energia electrică numai la iluminat.

Electrificarea rurală ridică productivitatea muncii ţăranilor şi deci puterea lor de a cumpăra produse de mare consum; ea contribue astfel la ridicarea nivelului de viaţă şi cultură al ţărănimii muncitoare.

Republica Populară Română, pentru a-şi putea construi socialismul, are nevoie de cadre numeroase şi calificate. Planul de Electrificare cere un mare număr de cadre de muncitori calificaţi, tehnicieni şi ingineri. Datorită marelui ajutor sovietic pe care l-am primit şi în acest domeniu, formarea de cadre se desfăşoară la noi în condiţii mult mai favorabile decât le-a avut Ţara Sovietelor, în epoca de început a electrificării sale. Primul Cincinal Stalinist s'a desfăşurat sub lozinca lansată de tovarăşul Stalin *„Tehnica hotărăşte totul"*, iar în decursul celui de al doilea Cincinal, pentru a pune tehnica în mişcare şi a o folosi până la capăt, tovarăşul Stalin a spus că *„trebuesc cadre care să fie în stare să-şi însuşească această tehnică... Tehnica fără oameni care să şi-o fi însuşit, este un lucru mort. Tehnica stăpânită de oameni care şi-au însuşit-o, poate şi trebue să facă minuni"*. Lozinca veche a fost înlocuită atunci cu una nouă: *„Cadrele hotărăsc totul"* a spus cu drept cuvânt tovarăşul Stalin.

La noi, în Republica Populară Română, folosind experienţa şi învăţătura sovietică şi folosind ajutorul Uniunii Sovietice, tehnica se desvoltă cu paşi repezi. Odată cu desvoltarea ei, cresc şi cadre noi, însă la început nu în acelaşi ritm.

Pentru a remedia lipsa de cadre, cea mai cruntă moştenire pe care ne-a lăsat-o regimul lichidat definitiv la 30 Decembrie 1947, Partidul ne-a dat legea revoluţionară a învăţământului, care restructurează şcolile medii, profesionale şi institutele superioare tehnice, creându-se condiţiunile necesare pregătirii cadrelor în aceste şcoli prin burse, cantine, internate şi cămine, manuale, tratate şi materiale didactice, asistenţă şcolară şi universitară. In asemenea condiţii, care asigură de fapt şi concret dreptul copiilor maselor muncitoare la învăţătură, aceştia pot deveni constructori ai socialismului.

Dintre muncitorii, tehnicienii şi inginerii trimişi la specializare în U. R. S. S., unde ei învaţă tehnica direct dela isvorul celei mai înaintate ştiinţe şi tehnice, au revenit în ţară şi au început să folosească pe şantiere şi în fabrici cele ce au învăţat în cele mai moderne şi mai bine utilate fabrici sovietice. Ei au început a forma la rândul lor cadre pe locul de muncă, unii primind munci de mare răspundere în întreprinderi.

In faţa tineretului nostru, se deschid perspective imense. In timp ce în ţările capitaliste, tinerii fii de muncitori şi ţărani săraci, chiar dacă ajung pe băncile şcoalei, nu ştiu ce vor deveni după terminarea ei, tineretul din Republica Populară Română îşi vede îndeplinindu-se cele mai îndrăzneţe visuri.

Câtă deosebire între această situaţie şi cea din timpul burghezo-moşierimii.

Pentru intelectualitate care în regimul de exploatare, avea de ales între şomaj şi vânzarea puterii de muncă pe un blid de linte, se deschid astăzi deasemeni perspectivele cele mai frumoase în Republica Populară Română.

Tovarăşul Gheorghe Gheorghiu-Dej spune în raportul său la Planul de Electrificare: *„Ce orizont larg, ce câmp vast de cercetări deschide în faţa oamenilor de ştiinţă şi a tehnicienilor eletcrificarea şi folosirea apelor Patriei noastre!"*

*

La a IV-a aniversare a proclamării Republicii Populare Române, oamenii muncii au înaintea lor perspective luminoase şi măreţe.

Planul Cincinal şi Planul de Electrificare, intră acum în al doilea an de înfăptuire. Munca şi străduinţa oamenilor muncii conduşi de Partid, precum şi ajutorul pe care ni-l dă permanent Uniunea Sovietică, vor face să crească vertiginos bogăţiile ţării. Se vor înălţa uzine, combinate, hidrocentrale şi termocentrale, furnale înalte şi fabrici electrotehnice.

In câţiva ani, Patria noastră îşi va schimba înfăţişarea. Punând stăpânire pe milioanele de cai putere ce se irosesc în apele noastre şi care stau nefolosite în zăcămintele noastre de lignit, nenumărate centrale hidro şi termoelectrice vor pune în mişcare prin energia electrică produsă, mii de maşini în fabrici, vor alunga întunerecul şi opaiţele din sate şi dela periferiile oraşelor şi cu el şi analfabetismul.

30 Decembrie ne umple inima de mândrie patriotică şi ne dă curaj şi încredere în forţele noastre, îndemnându-ne la eforturi şi mai mari pentru îndeplinirea şi depăşirea planului, în lupta noastră pentru Pace, în construirea socialismului în Republica Populară Română.

CONDENSATORUL ELECTRODINAMIC

Prof. Ing. M. MARINESCU și Ing. T. FLONDOR

Un nou tip de condensator electric, pentru îmbunătățirea factorului de putere în rețelele și instalațiile electrice industriale, care spre deosebire de condensatorii statici, preia energia electrică reactivă din energia cinetică de vibrație a sistemelor electromecanice cuplate.

Importanța în economia socialistă a utilizării rezervelor energetice a instalațiilor industriale este îndeobște cunoscută. O asemenea utilizare a rezervelor de energie latente, a instalațiilor electrice, se obține prin îmbunătățirea factorului de putere.

In mai multe articole ale revistei noastre din anul curent s'a tratat această problemă, arătându-se și mijloacele întrebuințate pentru ameliorarea factorului de putere în instalațiile industriale. Principalele mijloace existente pentru aceasta sunt condensatorii statici și motoarele sincrone supraexcitate.

Pe bază de cercetări teoretice și verificări experimentale s'a ajuns la concluzia că este industrialicește posibilă utilizarea în acest scop a energiei cinetice a sistemelor electromecanice cuplate.

Dăm în cele ce urmează câteva date referitoare la condensatorul electronic.

ECUAȚIILE CUADRIPOLULUI ELECTROMECANIC

Să considerăm un conductor de lungime l și rezistența R, care se poate mișca prin translație într'un câmp de inducție B, aplicat perpendicular pe conductor (fig. 1).

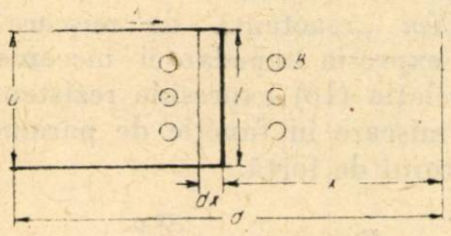


Fig. 1. Conductor în deplasare, într'un câmp magnetic B.

Dacă se aplică conductorului o tensiune, în el va circula un curent i și conductorul se va deplasa tăind liniile de câmp B, fluxul φ îmbrățișat de circuit va varia. Scriind echilibrul tensiunilor se obține :

$$u = Ri + \frac{d\varphi}{dt}. \qquad (1)$$

Fluxul total îmbrățișat de circuit se compune din două părți distincte, φ_1 datorit curentului i care nu depinde de poziția conductorului, ci numai de variația curentului și φ_2 datorit câmpului de inducție B, care depinde de poziția conductorului și nu depinde de curentul i.

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 \qquad \varphi_1 = \varphi_1(i) \qquad (2)$$

$$\varphi_2 = \varphi_2(x)$$

După aceste considerații se poate calcula forța contra-electromotoare :

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{\partial\varphi}{\partial i}\frac{di}{dt} + \frac{\partial\varphi}{\partial x}\frac{dx}{dt} = \frac{d\varphi_1}{di}\cdot\frac{di}{dt} + \frac{d\varphi_2}{dx}\frac{dx}{dt} \qquad (3)$$

Se observă pe fig. 1, că :

$$\varphi_2 = B\,l\,(d - x) \qquad (4)$$

de unde :

$$\frac{d\varphi_2}{dx} = -B\,l = -A \qquad (5)$$

iar $\frac{d\varphi_1}{di}$ este tocmai inductanța L a circuitului.

Relația (3) devine :

$$\frac{d\varphi}{dt} = L\frac{di}{dt} - A\frac{dx}{dt} \qquad (3')$$

iar relația (1) devine

$$\boxed{u = Ri + L\frac{di}{dt} - Av} \qquad (1')$$

O nouă legătură între i și v se poate afla prin considerații mecanice. Fie f forța exterioară aplicată asupra conductorului. Aceasta este echilibrată de f_D forța electrodinamică, f_i forța de inerție, f_f forța de frecare și f_e forța elastică.

$$f = f_D + f_i + f_f + f_e \qquad (6)$$

Forța electrodinamică se poate deduce din egalitatea între puterea electrică instantanee cedată circuitului mecanic și puterea mecanică instantanee consumată în acel circuit :

$$f_D v = ei \qquad (7)$$

$$e = \frac{d\varphi_2}{dt} = A\frac{dx}{dt} = Av \qquad (8)$$

De aici rezultă :

$$f_D = Ai \qquad (9)$$

Mărimea A reprezintă forța electrodinamică ce acționează asupra conductorului pentru unitatea

de curent, de aceea A a fost numit „factor de forță".

Celelalte forțe depind de parametri mecanici ai conductorului și ai suspensiei sale, m masa generalizată a conductorului și a suspensiei, ρ rezistența de frecare în suspensie și K rigiditatea suspensiei.

$$f_i = m\frac{dv}{dt} \quad f_f = \rho v \quad f_e = K\int v\,dt.$$

Cu aceste valori relația (6) devine :

$$\boxed{f = Ai + m\frac{dv}{dt} + \rho + K\int v\,dt} \qquad (6')$$

Relațiile (1') și (6') sunt cele două ecuații ale cuadripolului electromecanic din fig. 2 ce transformă tensiuni și curenți în forțe și viteze și viceversa.

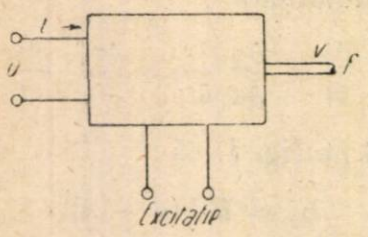


Fig. 2. Cuadripol electromecanic cu excitație.

Această transformare se face prin intermediul unui câmp de inducție continuu dat de o înfășurare de excitație.

Dacă u și f sunt mărimi sinusoidale de aceeași frecvență, ecuațiile cuadripolului se simplifică devenind :

$$U = Z\,I - A\,V \qquad (10)$$

$$F = z\,V + A\,I \qquad (11)$$

unde

$$Z = R + j\,L\,\omega = \text{impendanța electrică a circuitului electric.} \qquad (12)$$

$$z = \rho + j\left(m\,\omega - \frac{K}{\omega}\right) = \text{impedanța mecanică a circuitului mecanic.} \qquad (13)$$

APLICAREA TEORIEI CUADRIPOLULUI ELECTROMECANIC LA STUDIUL CONDENSATORULUI ELECTRODINAMIC

Teoria cuadripolului electromecanic se întrebuințează curent în electroacustică la studiul difuzoarelor și microfoanelor, fiind un comod instrument de cercetare.

Examinând impedanța de intrare a unui difuzor dinamic, se constată că pentru o anumită bandă de frecvențe această impendanță prezintă un efect capacitiv (1). Însă acest efect nu poate fi utilizat direct după cum se obține la aceste difuzoare, datorită puterilor infime puse în joc și pierderilor mari prin efect Joule-Lenz (care determină factorii de calitate mici, de ordinul $Q \approx 1$). Pentru a se obține puteri reactive industriale și factori de calitate buni, trebue aduse modificări fundamentale parametrilor difuzorului dinamic. Aceste modificări se studiază cu ajutorul teoriei cuadripolului electromecanic, având ca rezultat elaborarea unui nou tip de condensator, cel electrodinamic.

Un condensator electrodinamic se compune în principiu dintr'o bobină mobilă (*1*) suspendată printr'un dispozitiv elastic (*2*) într'un întrefier (*3*) al unui circuit magnetic (*4*). In întrefier există un câmp de inducție produs de o bandă de excitație (*5*) (fig. 3).

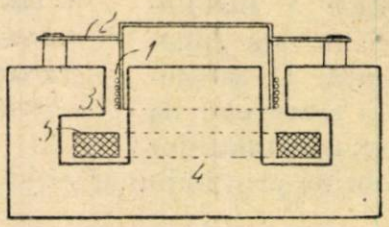


Fig. 3. Schema de principiu a condensatorului electrodinamic.

Se vede ușor că acest dispozitiv este un cuadripol electromagnetic de felul celui studiat în fig. 1. Neglijându-se inductanța bobinei mobile și ținând seama că nu se aplică nicio forță alternativă asupra dispozitivului mobil, cele două ecuații ale cuadripolului electromecanic devin :

$$U = R\,I - A\,V \qquad (14)$$

$$O = z\,V + A\,I \qquad (15)$$

IMPEDANȚA DE INTRARE A CONDENSATORULUI ELECTRODINAMIC

Eliminând viteza V între ecuațiile (14) și (15) se obține Z', impedanța de intrare a condensatorului.

$$Z' = R + \frac{A^2}{\zeta} = R + Zm = R + Rm + j\,Xm \qquad (16)$$

La impedanța electrică a bobinei mobile se mai adaugă impedanța Zm, care se datorește mișcării bobinei mobile. De aceea Zm a fost numit „impedanță de mișcare", Rm „rezistență de mișcare" și Xm „reactanță de mișcare". Ținând seama de expresia impedanței mecanice ζ (13) se obțin din relația (16) expresiile rezistenței și reactanței de mișcare în funcție de parametri mecanici și factorul de forță.

$$Rm = \frac{A^2\,\rho}{\rho^2 + \left(m\omega - \frac{K}{\omega}\right)^2} \qquad (17)$$

$$Xm = -\frac{A^2\left(m\omega - \frac{K}{\omega}\right)}{\rho^2 + \left(m\omega - \frac{K}{\omega}\right)^2} \qquad (18)$$

Relația (16) are și o reprezentare grafică intuitivă, bazată pe inversiunea vectorială a vectorului ζ (fig. 4).

Se observă că rezonanța din circuitul mecanic se traduce sub forma unei rezonanțe derivate în circuitul electric. Deasemenea reactanța de masă din circuitul mecanic se traduce sub forma unei reac-

tanțe capacitive în circuitul electric în felul indicat de relația (18).

Pentru a se realiza capacități mari cu un factor de calitate bun, trebue ales punctul de funcționare

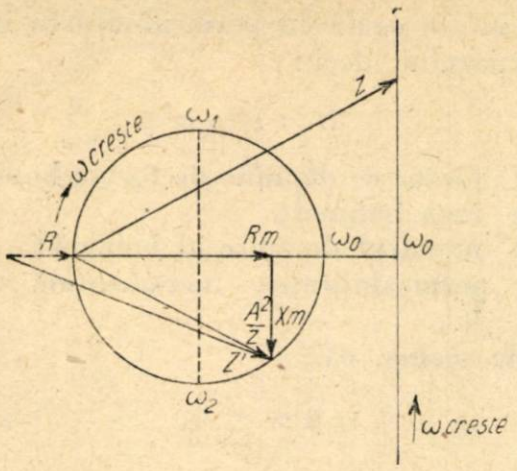


Fig. 4. Diagrama impedanței electrice de mișcare.

pe cerc la o pulsație mult mai mare decât pulsația cuadrantală superioară ω_2, după cum se vede în fig. 4.

RELAȚIILE FUNDAMENTALE ALE CONDENSATORULUI ELECTROMECANIC

I. *Relația puterii reactive.*

Puterea electrică Pe cedată circuitului mecanic este :

$$Pe = Pe_a + j\, Pe_r = \frac{A^2}{\zeta} I \cdot I = \frac{A^2}{\zeta} |I|^2 =$$

$$= \frac{A^2 |I|^2}{|\zeta|^2} \times \left[\rho - j\left(m\omega - \frac{K}{\omega}\right)\right] \qquad (19)$$

deci puterea electrică activă Pe_a și puterea electrică reactivă Pe_r au valorile :

$$Pe_a = \frac{A^2 |I|^2}{|\zeta|^2} \rho \quad (20) \qquad Pe_r = -\frac{A^2 |I|^2}{|\zeta|^2}\left(m\omega - \frac{K}{\omega}\right) \quad (21)$$

Puterea mecanică Pm consumată în circuitul mecanic este :

$$Pm = Pm_a + j\, Pm_r = \zeta V \cdot V^* = \zeta |V|^2 =$$

$$= |V|^2\left[\rho + j\left(m\omega - \frac{K}{\omega}\right)\right] \qquad (22)$$

deci puterea mecanică activă Pm_a și puterea mecanică reactivă Pm_r au valorile ;

$$Pm_a = |V|^2 \rho, \quad (23) \; ; \quad Pm_r = |V|^2\left(m\omega - \frac{K}{\omega}\right) \quad (24)$$

Puterea electrică activă cedată circuitului mecanic este egală cu puterea mecanică activă consumată în acest circuit

$$Pe_a = Pm_a. \qquad (25)$$

Ținându-se seama de relațiile (20) și (23) rezultă :

$$\frac{A^2 |I|^2}{|\zeta|^2} - = |V|^2. \qquad (26)$$

Ținându-se seama de relațiile (21), (24) și (26) rezultă :

$$Pe_r = Pm_r \,. \qquad (27)$$

Relația (27) arată că o putere reactivă de masă în circuitul mecanic se traduce sub forma unei puteri reactive de aceeași mărime în circuitul electric, deci :

$$Pe_r = -|V|^2 \times \left(m\omega - \frac{K}{\omega}\right). \qquad (28)$$

Ținând seama, că :

$$|V| = \omega |X| \qquad (29)$$

$$K = m\,\omega_0^2 \qquad (30)$$

unde

X = valoarea eficace a deplasării ;

ω_0 = pulsația de rezonanță mecanică,

rezultă :

$$\boxed{Pe_r = -|X|^2 m\,(\omega^2 - \omega_0^2)\cdot\omega} \qquad (31)$$

Se observă că puterea reactivă produsă crește proporțional cu masa și cu patratul deplasării.

II. *Relația deplasării*

Relația deplasării se obține din prima ecuație a cuadripolului electromecanic (14). Deoarece condensatorul are un factor de calitate Q destul de mare ($Q > 10$) tensiunea aplicată reactanței de mișcare este aproximativ egală cu tensiunea la borne.

$$U = A\,V = -j\omega\, A\, X. \qquad (32)$$

Scriind relația (32) pentru valori absolute se obține :

$$\boxed{\frac{|U|}{\omega} = A\,|X|} \qquad (33)$$

Se observă că produsul $A\,|X|$ nu depinde de puterea condensatorului electromecanic.

III. *Relația inducțiunii*

Rezistența de frecare ρ este complet neglijabilă față de reactanța mecanică, deoarece în circuite mecanice se pot obține factori de calitate foarte buni. Cu această observație ecuația a doua a cuadripolului electromecanic (15) devine :

$$A\,I = -\zeta\, V = -j\,\omega\, X \cdot j\left(m\,\omega - \frac{K}{\omega}\right) =$$

$$= m\,X\,(\omega^2 - \omega_0^2). \qquad (34)$$

Eliminând deplasarea X între relațiile (31) și (34) se obține :

$$A^2 = Q\,Rm \cdot \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{\omega}. \qquad (35)$$

Se introduc caracteristicele conductorului :

δ densitatea conductorului ;
ρ' rezistivitatea conductorului ;
S secțiunea conductorului ;
l lungimea conductorului.

Se definește coeficientul γ în felul :

$$\gamma = \frac{m_c + m_s}{m_c} = \frac{m}{m_c} \qquad (36)$$

unde :

m_c masa conductorului ;

m_s masa suspensiei.

Se pot scrie următoarele relații :

$$R = \rho' \frac{l}{S}, \quad (37) \quad ; \quad m = \gamma S l \delta. \qquad (38)$$

Inlocuind valorile lui A, R și m din relațiile (5), (37) și (38) în relația (35) se obține :

$$B^2 = Q \gamma (\rho' \delta) \cdot \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{\omega} \qquad (39)$$

Se constată că inducțiunea necesară nu depinde de putere. Q, γ, $(\rho' \delta)$ au valori ce în practică variază între limite destul de strânse. Rezultă că pentru valori mari ale frecvenței, câmpul de inducție B poate fi totuși destul de mic dacă frecvența de rezonanță este destul de apropiată de frecvența de lucru. In acest caz însă apar forțe mari în dispozitivul de suspensie.

De aceea, la frecvența industrială de 50 Hz se alege $\omega_0 \ll \omega$ obținându-se inducțiuni acceptabile fără ca suspensia să fie solicitată de forțe mari. Atunci relațiile puterii și inducțiunii devin :

$$Pe_r = - |X|^2 m \cdot \omega^3 \qquad (40)$$

$$B^2 = Q\gamma (\rho\delta) \cdot \omega. \qquad (41)$$

INFLUENȚA INDUCTANȚEI BOBINEI MOBILE

In cele arătate până acum s'a considerat inductanța bobinei mobile neglijabilă. In realitate însă, această inductanță poate lua valori mari creând următoarele neajunsuri :

1. Din cauza inductanței bobinei mobile apare în partea centrală a circuitului magnetic un flux variabil datorit curentului, ce provoacă în circuitul magnetic pierderi Foucault.

2. Inductanța bobinei mobile consumă o parte din puterea reactivă produsă de condensatorul electrodinamic.

3. Reactanța capacitivă a condensatorului trebue să fie în orice caz mai mare decât reactanța inductivă a bobinei. Pentru a se obține însă o putere reactivă capacitivă mai mare, la o tensiune dată, condensatorul trebue să aibă o reactanță capacitivă cât mai mică. Prin urmare inductanța bobinei mobile limitează puterea maximă a unui condensator electrodinamic, determinând la puteri mai mari întrebuințarea de baterii de condensatori.

Să vedem care este expresia inductanței bobinei în funcție de elementele date și elementele asupra cărora se poate acționa pentru a o duce la o valoare minimă.

Expresia exactă a inductanței este greu de calculat din cauza întrefierului și formei circuitului magnetic. In cazul de față interesează o valoare aproximativă a ei, căci inductanța trebue să fie doar mai mică decât o anumită valoare ce depinde de reactanța capacitivă a condensatorului. De aceea se poate calcula inductanța cu suficientă exactitate pentru scopul propus, socotind că bobina mobilă se găsește într'un mediu omogen de o permeabilitate egală cu permeabilitatea incrementală a miezului, deci :

$$L = F' a n^2 \mu \qquad (42)$$

unde : F' factor ce depinde de forma bobinei ;

a raza bobinei ;

n numărul de spire al bobinei ;

μ permeabilitatea incrementală a miezului.

Se ține seama, că :

$$n = \frac{1}{2\pi a}. \qquad (43)$$

Din relația (33) rezultă :

$$l = \frac{U}{B\omega} \cdot \frac{1}{X}. \qquad (44)$$

Din condiția de proiectare economică obținându-se un volum de fier minim, rezultă :

$$b = X\sqrt{2} \qquad (45)$$

$$h = 3\sqrt{2}\ X \qquad (46)$$

$$a = 6\sqrt{2}\ 2X \qquad (47)$$

unde b este înălțimea bobinei mobile, iar h este înălțimea întrefierului (fig. 5).

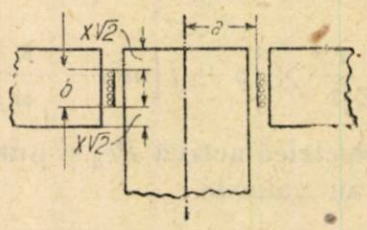


Fig. 5. Schema bobinei mobile în întrefier.

Ținând seama de relațiile (43), (44) și (47) relația (42) devine :

$$L = \frac{F'}{24\sqrt{2}\,\pi^2} \cdot \left(\frac{U}{\omega B}\right)^2 \cdot \mu \cdot \frac{1}{X^3}. \qquad (48)$$

Se observă că inductanța este invers proporțională cu cubul deplasării. Se pune problema de a se micșora cât mai mult această inductanță. F' depinde de forma bobinei care nu poate varia, iar U și ω sunt dați. Singurele elemente asupra cărora se poate acționa sunt B, μ și X. Să vedem care sunt măsurile de luat pentru micșorarea inductanței și care sunt limitările acestor măsuri.

1. *Mărirea deplasării* X. Deplasarea X nu se poate mări oricât, ci este limitată de încălzirea bobinei mobile. Bobina poate suporta o densitate maximă de curent δ' în conductor, care corespunde la încălzirea maximă, determinată de posibilitățile de răcire. Legătura între δ' și X este următoarea :

$$\delta' = \frac{I}{S} = \frac{IR}{\rho l} = \frac{IR\omega B}{\rho U} X = \frac{\omega B}{\rho Q} \cdot X. \qquad (49)$$

Ţinând seama de relaţiile (48) şi (49) se obţine :

$$L = \frac{K}{\delta_3} \qquad (50)$$

deci, din punctul de vedere al inductanţei bobinei mobile este bine de a se lucra cu o densitate de curent cât mai mare.

2. *Mărirea câmpului de inducţie B.* Este bine de a se folosi un material care are limita de saturare la o inducţiune cât mai ridicată.

3. *Micşorarea permeabilităţii incrementale.* Pentru a se micşora permeabilitatea incrementală se lucrează cu circuitul magnetic saturat (fig. 6). Insă

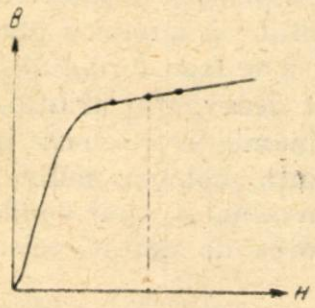


Fig. 6. Curba inducţiei magnetice a circuitului magnetic.

pentru a nu mări prea mult numărul de amperspire necesare la excitaţie, se saturează circuitul magnetic numai în apropierea bobinei mobile, alegând secţiuni convenabile.

PIERDERILE PRIN CURENŢI FOUCAULT

Din cauza inductanţei bobinei mobile apare în circuitul magnetic un flux ce variază cu curentul şi cu deplasarea şi care produce în masa de metal pierderi prin curenţi Foucault. Deoarece amplitudinea bobinei mobile este de 12 ori mai mică decât diametrul ei, variaţia fluxului din cauza deplasării este neglijabilă, fenomenul putând fi studiat ca şi când bobina mobilă ar sta pe loc.

Ca şi în cazul determinării inductanţei bobinei mobile, valoarea exactă a pierderilor Foucault este greu de determinat. Insă în problema de faţă este important ca pierderile Foucault să fie mai mici decât o anumită valoare dată, deci calculele se pot face ţinând seama de ipoteze simplificatoare, care dau o eroare în plus, adică care dau o valoare a pierderilor ce este mai mare decât valoarea reală.

O primă ipoteză simplificatoare care se face este aceea că fluxul se repartizează uniform pe toată secţiunea miezului. Se vede uşor că această aproximaţie dă o eroare în plus şi nu în minus deoarece în cazul real circuitele electrice ale unui mare număr de curenţi elementari Foucault sunt mai lungi, deci rezistenţele circuitelor sunt mai mari. Fluxul variabil dat de bobina mobilă este :

$$\Phi = \frac{L\,I}{n}. \qquad (51)$$

Câmpul de inducţie mediu datorit acestui flux, este :

$$B' = \frac{\Phi}{S'} = \frac{L\,I}{n\,S'} = \frac{L\,I}{\pi\,a^2\,n} \qquad (52)$$

unde S' este suprafaţa secţiunii miezului.

Să considerăm o coroană circulară de rază r şi de grosime dr din miezul de fier (fig. 7).

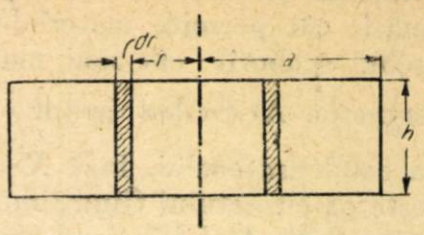


Fig. 7. Calculul pierderilor prin curenţi Foucault.

Forţa electromotoare ce ia naştere în această coroană circulară este

$$e = -\frac{dl}{dt} = -\frac{d}{dt}(B'\,s) \qquad (53)$$

unde s este suprafaţa îmbrăţişată de circuit. Deoarece câmpul de inducţie variază sinusoidal, forţa electromotoare este în valoare eficace :

$$e = \omega\,B'\,s = \omega\,B'\,\pi\,r^2\,. \qquad (54)$$

Rezistenţa coroanei circulare este :

$$R' = \rho''\frac{l}{\Omega} = \rho''\frac{2\pi\,r}{h\,dr}. \qquad (55)$$

Puterea disipată în coroana circulară este :

$$p_f = \frac{e^2}{R'} = \frac{\pi}{2}\cdot\frac{\omega^2\,B'\cdot h}{\rho''}\cdot r^3\,dr\,. \qquad (56)$$

Puterea disipată totală este :

$$P_f = \int_0^a p_f = \frac{\pi}{8}\cdot\frac{\omega^2\,B'\cdot a^4\cdot h}{\rho''}\,. \qquad (57)$$

Asupra înălţimii h se poate face aproximaţia că este chiar înălţimea intrefierului, deşi prin secţiunile extreme nu trece decât o parte din flux, deci se face o eroare în plus.

Pierderile Foucault în partea metalică exterioară bobinei sunt mult mai mici deoarece circuitele elementare sunt mult mai lungi, prin urmare se pot neglija. Calculul se poate duce mai departe înlocuind în relaţia (57) valoarea lui B' din relaţia (52), obţinându-se :

$$\boxed{P_f = \frac{\omega^2\,L^2\,I^2\,h}{8\pi\cdot n^2\,\rho''}\,.} \qquad (58)$$

Este interesant a se vedea cum variază pierderile Foucault în funcţie de puterea condensatorului. Inlocuind în relaţia (58) valoarea inductanţei din relaţia (42) şi ţinând seama de relaţiile (43), (44) şi (46) se obţine :

$$P_f = \frac{3\sqrt{2}}{32\cdot\pi^3\,\rho}\cdot\frac{F'^2\,\mu^2}{B^2}\cdot\frac{v^2\cdot I^2}{X}\,. \qquad (59)$$

Se vede că expresia pierderilor Foucault conţine 3 factori. Primul facor $\frac{3\sqrt{2}}{32\,\pi^3\,\rho}$ nu depinde de puterea condensatorului şi nici nu se poate acţiona asupra lui. Al dolilea factor $\frac{F^2\,\mu^2}{B^2}$ nu depinde nici el de puterea condensatorului, însă asupra lui se poate acţiona întrucâtva. F' depinde de forma bobinei

și nu poate varia decât foarte puțin atunci când nu se respectă condițiile economice de proiectare. B va trebui mărit cât permite materialul magnetic, iar μ va trebui scoborît cât mai mult, saturând circuitul magnetic. Al treilea factor $\frac{v^2 I^2}{X}$ depinde de mărimea condensatorului. Insă X crește foarte încet cu creșterea curentului fiind limitat de încălzirea bobinei mobile. Astfel în mod practic variază doar $v^2 I^2$ în mod sensibil. Insă puterea reactivă dată de condensator este cu oarecare aproximație :

$$P_r = U \cdot I. \qquad (60)$$

Deci, se observă că pierderile Foucault variază proporțional cu patratul puterii reactive dată de condensator.

$$P_f = K P_r^2. \qquad (61)$$

In concluzie, pierderile Foucault, neglijabile la puteri de mW în cazul difuzoarelor electrodinamice, devin extrem de mari în cazul condensatorilor electrodinamici industriali. Deci în cazul din urmă trebue divizat miezul.

Soluția cea mai la îndemână pare a fi întrebuințarea tolelor. In acest caz însă intervin greutăți la repartizarea uniformă a fluxului după cum se vede în fig. 8.

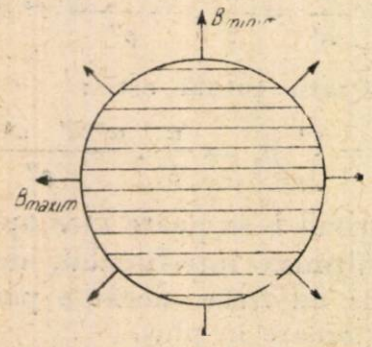


Fig. 8. Miez de fier, format din tole, pentru reducerea curenților Foucault.

In direcția tolelor câmpul ar fi mai puternic decât perpendicular pe tole. Deci, conductorii ar fi într'un câmp neuniform și asupra porțiunilor de conductori ar lucra forțe deosebite, prin urmare, în interiorul bobinei ar apare forțele de forfecare. Inafară de acest neajuns, circuitul nu s'ar mai satura uniform, apărând porțiuni nesaturate.

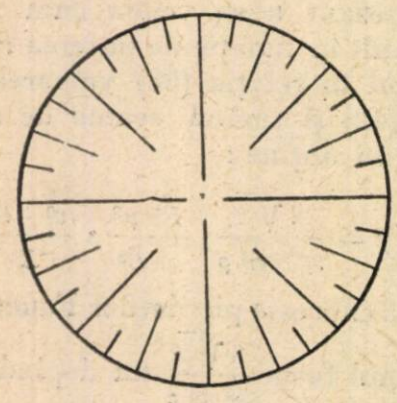


Fig. 9. Miez de fier, masiv, crestat radial pentru reducerea pierderilor prin curenți Foucault.

De aceea soluția corectă constă din folosirea unui miez compact în care s'au făcut crestături după cum se vede în fig. 9.

ALTE APLICAȚII ALE CONDENSATORULUI ELECTRODINAMIC

Este interesantă examinarea posibilității întrebuințării condensatorului electrodinamic la frecvențe mai înalte (1000 Hz de exemplu) pentru ameliorarea factorului de putere în instalațiile de încălzit prin inducție. Din examinarea relației puterii (31) se observă că puterea reactivă crește destul de repede cu creșterea frecvenței la același volum de material. Insă din relația inducțiunii (39) reiese că pentru a se obține inducțiuni uzuale, frecvența de rezonanță mecanică trebue să fie destul de apropiată de frecvența de lucru, fapt ce determină forțe mari în suspensie. In mod fizic aceasta se traduce prin faptul, că numai o parte din puterea reactivă mecanică se transformă în putere reactivă electrică. Un alt desavantaj al utilizării condensatorului electrodinamic la frecvențe înalte constă în creșterea reactanței bobinei mobile, fapt ce limitează puterea maximă a unui condensator, determinând construirea de unități mici.

INCERCĂRI ANTERIOARE DE A SE UTILIZA ENERGIA CINETICĂ DE VIBRAȚIE PENTRU PRODUCEREA ENERGIEI REACTIVE ELECTRICE

Pentru utilizarea energiei cinetice de vibrație la producerea energiei reactive electrice s'au făcut și încercări anterioare, cum sunt acelea ale lui Boucherot și Kapp. Sunt interesante de analizat cauzele pentru care aceste încercări nu au adus rezultatul economic scontat, neputând concura cu celelalte mijloace de producerea energiei reactive. In cercetările lor teoretice Boucherot și Kapp nu s'au folosit de cuadripolul electromagnetic, care nu era încă cunoscut în vremea aceea, ci de alte mijloace mai simple care au îngreunat adâncirea fenomenului și găsirea unei soluții optime din punct de vedere economic.

Mașina vibratorie a lui Boucherot se bazează pe un principiu (principiul electromagnetic) oarecum deosebit de acela al condensatorului electrodinamic. Elementul mobil este o armătură metalică prin vibrația căreia variază grosimea unui întrefier, deci reluctanța unui circuit magnetic. Deoarece grosimea întrefierului trebue să fie mică și amplitudinea vibrațiilor armăturii trebue să fie mică, deci la o putere reactivă dată rezultă un circuit magnetic foarte voluminos. Deasemenea, din cauza masei mari a armăturii este necesară utilizarea unor resorturi puternice, fapt ce aduce inconvenientul arătat la condensatorii electrodinamici pentru frecvențe înalte : numai o parte din energia reactivă mecanică este transformată în energie reactivă electrică. Deasemenea, felul circuitului magnetic necesită bobine cu spire multe, deci inductanța este mare și factorul de calitate este scăzut. Mașina lui Boucherot nu s'a întrebuințat în practică.

Vibratorul lui Kapp se bazează pe principiul electrodinamic, ca și condensatorul electrodinamic. El s'a întrebuințat în industrie până pe la 1925 când a fost întrecut de mijloace mai perfecționate de producerea puterii reactive, din cauza greutății sale mari. Teoria sa, făcută simplificat,

nu a reușit să determine condițiile cele mai economice de funcționare. Pentru analiza vibratorului lui Kapp se poate întrebuința metoda cuadripolului electromecanic arătată anterior, care este o metodă generală, putând îngloba și vibratorul lui Kapp.

Acest vibrator se compune dintr'un rotor cu conductori pe el, care oscilează într'un câmp de inducție continuu. Deci, conductorii trag după ei rotorul care are o masă mult mai mare decât a lor. Examinând relația (41) cu γ foarte mare se observă că se obțin inducții uzuale numai dacă frecvența de lucru este foarte joasă și acesta este cazul vibratorului lui Kapp, care lucrează la frecvențe de 1—2 Hz. De aici decurge întrebuințarea sa particulară doar la compensarea motoarelor asincrone prin introducerea unei puteri reactive în rotor. Din frecvența de lucru joasă rezultă o greutate foarte mare, căci după cum se vede în relația (40), la aceeași masă puterea reactivă crește proporțional cu cubul frecvenței. Deasemenea, din cauza mișcării de rotație apar forțe centrifuge și din cauza inerției rotorului apar forțe mari între conductori și rotor, pe când la condensatorul electrodinamic unde conductorii au o mișcare de translație, există tot timpul un echilibru în fiecare element de conductor între forța electrodinamică și forța de inerție.

CONCLUZII

Datorită puterii mici a unei unități, fapt ce atrage după sine utilizarea de *baterii* de condensatori, condensatorul electrodinamic se asemănă cu condensatorii statici, iar nu cu mașinile sincrone corectoare de fază, care se construesc doar pentru puteri foarte mari. De aceea este interesant de a se face o comparație între condensatorul electrodinamic și condensatorul static.

1. In privința puterii active consumate, condensatorul static este superior oricărui fel de mașină electrică, consumând doar 3 W/kvar. Condensatorrul electrodinamic se poate proiecta pentru Q variabil între 10—80 deci, ajunge la un consum de aproximativ 12—100 kvar. Acest consum este însă comparabil și chiar mai redus decât consumul motoarelor sincrone corectoare de fază. Aceste motoare, chiar cu un Q mai bun, au însă pierderi apreciabile din cauza curenților Foucault și fenomenului de istereză, pierderi ce intervin în mică măsură la condensatorul electrodinamic, în cazul unei bune crestări a miezului, din cauza saturării circuitului magnetic. Infășurarea de excitație a condensatorului electrodinamic consumă o putere foarte mică de 1—3% din valoarea puterii reactive debitate. La nevoie însă, se poate înlocui excitația prin magneți permanenți, urmând o oarecare creștere a greutății.

2. In privința volumului, condensatorul electrodinamic are un volum comparabil sau mai mic decât acela al condensatorului static. De exemplu, unitatea de 2650 $\mu F, Q = 44$ are un diametru exterior de 75,4 cm și o înălțime de 40 cm.

3. In privința greutății, condensatorul electrodinamic are o greutate mai mare decât condensatorul static din cauza circuitului magnetic care este din fier.

4. In schimb, condensatorul electrodinamic se poate fabrica mult mai ușor decât condensatorii statici, care cer procedee tehnologice speciale de producerea foițelor foarte subțiri de hârtie și aluminium cât și ulei special de condensator.

5. Condensatorul electrodinamic prezintă siguranță mult mai mare în exploatare, suportând vârfurile de tensiune. In cazul cel mai nefericit, dacă s'ar arde bobina mobilă, paguba reprezintă numai o fracțiune extrem de mică din prețul întregului condensator, bobina putându-se înlocui rapid.

6. Prețul condensatorului electrodinamic nu depinde de tensiunea de lucru, pe când prețul condensatorilor statici de aceeași putere crește când tensiunea scade sub 1000 volți, din cauză că nu se pot fabrica dielectrici prea subțiri, de aceea în cazul condensatorilor statici, compensarea factorului de putere se face la tensiunea înaltă de 5000 volți. Acest fapt necesită o supradimensionare a transformatorilor scobortori de tensiune care trebue să preia curentul dewatat. In schimb, cu condensatorii electrodinamici, se poate face compensarea fazei la tensiunea joasă de utilizare, în acest fel instalația fiind mai simplă și transformatorii mai bine folosiți.

Bibliografie

(1) *M. Marinescu*: Cercetări în vederea ameliorării performanțelor difuzoarelor. Bul. Științific al Acad. R. P. R., T. 1,3, 1949.

★

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЙ КОНДЕНСАТОР

Резюме

Новый тип электрического конденсатора для улучшения коэффициента мощности в промышленных электрических сетях и оборудованиях, который в отличие от статических конденсаторов, берет реактивную электроэнергию ик вибрационной кинетической энергии связанных электромеханических систем.

★

INCĂLZIREA IN INDUSTRIE CU RADIAȚII INFRAROȘII

Ing. ALEX. ROTH și Ing. A. BERMAN

Incălzirea cu radiații I.R., comparându-se cu celelalte sisteme existente prezintă avantajii importante (uscare în profunzime și uniformă, instalații simple ce usucă foarte rapid, etc.) și are un larg domeniu de aplicație.

Incălzirea cu radiații infraroșii constitue un procedeu nou și foarte simplu care poate ajuta în mod simțitor la realizarea și depășirea Planului Cincinal, prin mărirea uneori surprinzătoare a randamentului instalațiilor de încălzire ale diverselor materiale din care trebue evaporată apa sau alte lichide volatile. Acest procedeu, preconizat în Uniunea Sovietică de Klimov și Vorobiev pentru uscarea grânelor, aplicabil la materiale extrem de diverse în toate ramurile de industrie unde procesul tehnologic necesită o uscare sau încălzire până la 300°C, poate da o însemnată contribuție la depășirea Planului, datorită scurtării importante a timpului de uscare.

Domeniul de încălzire cu radiații infraroșii a fost creat prin folosirea radiațiilor electromagnetice asociate lămpii cu incandescență. Acest domeniu poate înlocui în foarte multe cazuri pe acela al încălzirii prin conductibilitate sau convecție. Transferul de căldură prin conductibilitate necesită existența unui mediu conductor — în genere solid — care să asigure schimbul de energie. In cazul fluidelor, ele fiind în general rău conducătoare, echilibrarea căldurii în masă se face prin circulația particulelor de diferite densități, circulație care formează curenții de convecție, folosiți la încălzirea prin această metodă.

Incălzirea prin conductibilitate cât și cea prin convecție, singurele folosite pe scară mare în industrie, necesită izolare de mediul înconjurător și un timp relativ mare pentru trecerea căldurii dela izvor la corpul încălzit. Deși se cunoștea că radiațiile se propagă instantaneu și că acest sistem nu necesită izolare de mediu înconjurător, încălzirea prin radiații I. R. nu a fost folosită în industrie deoarece abia în ultimul timp au fost desvoltate izvoare simple și ușor adaptabile.

Orice corp încălzit emite energie sub formă de radiații electromagnetice. Repartiția spectrală a acestor radiații se prezintă sub forma unei curbe cu un maxim. Cu cât corpul are o temperatură mai ridicată, cu atât acest maxim este situat la lungimi de undă mai scurte, iar corpul emite mai multă energie sub formă de radiații vizibile (fig. 1). Cu cât temperatura corpului e mai scăzută cu atât emite mai multă energie în domeniul unor lungimi de undă mai mari decât cele ale radiațiilor vizibile, domeniu numit „infraroșu".

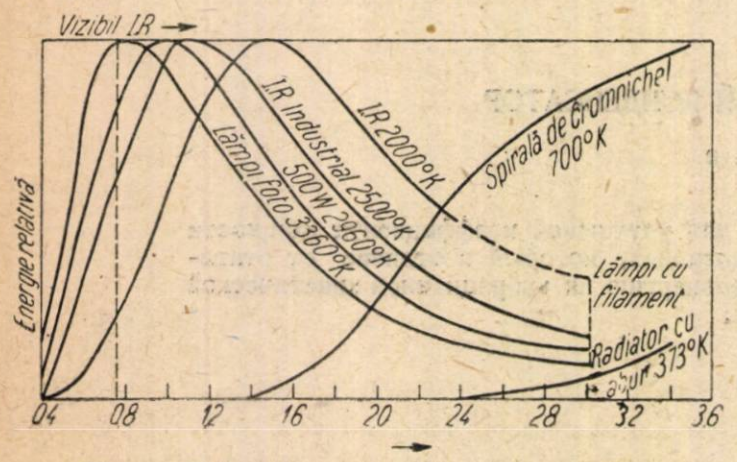


Fig. 1. Distribuția spectrală a câtorva izvoare de energie radiantă.

Cele mai eficace radiații pentru încălzire până la 300 °C sau pentru uscare sunt cele cu lungimi de undă cuprinse între 1—2 μ. Lămpile de încălzire prin radiații infraroșii emit radiații a căror distribuție spectrală are maximul situat tocmai în acest interval (fig. 1).

AVANTAJELE INCĂLZIRII PRIN INFRAROȘU

Deși încălzirea prin I. R. nu este aplicabilă în toate cazurile, deoarece la alegerea metodei de încălzire trebue luate în considerație o serie de elemente, ca: natura și condițiile materialului ce trebue încălzit, costul relativ al diferitelor feluri de energie (aburi, gaz, electricitate), spațiu necesar și cel disponibil, calitatea rezultatelor încălzirii, etc., acest procedeu prezintă nenumărate avantaje în procesele tehnologice potrivite.

La încălzirea prin conductibilitate sau convecție transferul de energie este mare numai dacă există o diferență mare de temperatură între mediu și corpul încălzit. Pe măsură ce corpul se încălzește viteza de ridicare a temperaturii scade, această scădere devenind cu atât mai rapidă cu cât se micșorează diferența de temperatură între corp și mediu. In cazul radiațiilor I. R. cantitatea de energie transferată este constantă deoarece radiațiile se propagă cu viteza luminii, fără a fi influențate de atmosfera prin care trec. Viteza de încălzire este frânată în acest caz numai de eventualele efecte de răcire prin curenții de convecție din jurul obiectului sau de reflexia sau reradierea unei părți de energie de către corpul ce se încălzește. Efectul practic al diferenței dintre cele două fenomene se manifestă prin faptul că în timp ce prin convecție piesele de tratat nu pot depăși temperatura aerului înconjurător (deobicei max. 150°C) și se încălzesc încet, cu ajutorul radiațiilor I. R. corpurile pot fi încălzite până la 300°C independent de temperatura aerului înconjurător. Instalațiile economice de încălzire cu I. R. lucrează în intervalul dintre 170—225°C. Ca urmare a propagării radiațiilor electromagnetice în linie dreaptă încălzirea cu I. R. prezintă particularitatea de a produce efecte de umbră similare cu acelea produse de lumină. Din această cauză dispoziția corpurilor ce se încălzesc cu radiații I. R. trebue să fie diferită de aceea a corpurilor încălzite prin convecție. In acest caz corpurile se așează astfel încât să fie scăldate de radiație pe întreaga lor suprafață.

Pierderile de radiații se evită prin redirijarea radiațiilor ce nu au căzut pe corpul de încălzit sau au fost reflectate de acesta. Trebue să menționăm că reflexia radiațiilor infraroșii decurge în același fel cu acelea de lumină. Corpurile care reflectă bine lumina nu reflectă însă neapărat în aceeași mă-

sură și radiațiile I. R. Astfel vopselele albe pe bază de plumb, porcelanurile și emailurile albe care reflectă bine lumina, reflectă foarte slab radiațiile infraroșii, iar alte materiale, ca aurul, care reflectă slab radiațiile vizibile, reflectă în schimb foarte bine radiațiile I. R. Din această cauză reflectoarele folosite în tehnica radiațiilor I. R. au suprafețe aurite, argintate sau acoperite cu aluminiu.

Cuptoarele cu încălzire prin convecție sau conductibilitate trebue puse în funcțiune cu mult înainte de începerea operațiunilor. Dispozitivele de încălzire cu radiații infraroșii pot fi puse în funcțiune instantaneu și bineînțeles oprite la orice întrerupere a lucrului, evitându-se consumul de energie în aceste intervale.

Prin simplitatea lor instalațiile de încălzire cu I. R. prezintă un volum redus, reclamă investiții minime, cheltueli de întreținere mici și dau posibilitatea combinării celor mai potrivite construcții de încălzire. Izvoarele de radiații I. R. pot fi așezate în elemente mobile care să formeze apoi tuneluri, panouri sau cuptoare de forme, secțiuni sau lungimi perfect adaptate cazului specific. Aceste elemente pot lua forme foarte diferite. Una din formele cele mai simple și ușor adaptabile pentru orice scop este cea din fig. 2 constituită dintr'un șir de lămpi. Elementul poate fi asociat cu altele de același fel, putând constitui rapid aproape orice formă de instalație de încălzire.

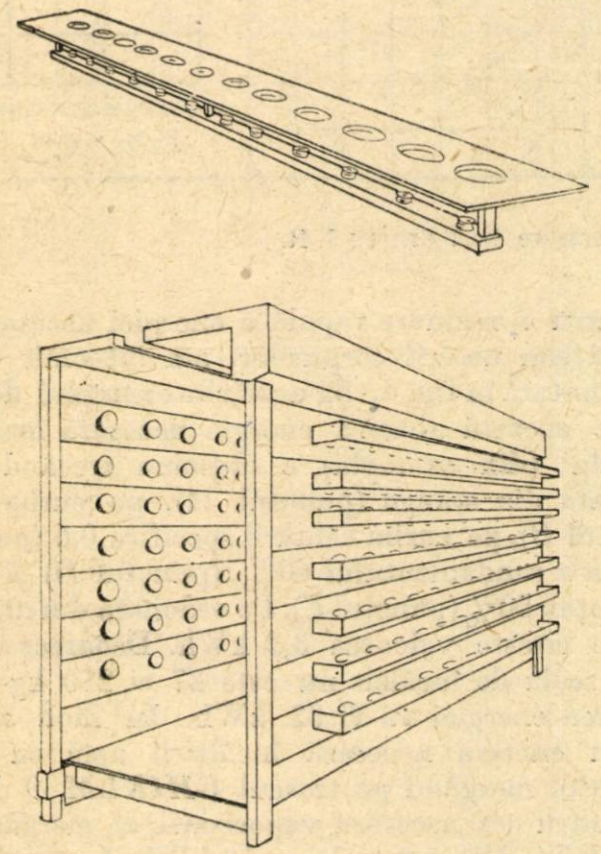


Fig. 2. Element cu lămpi I.R. și un sistem de așezare a lor.

In aceste instalații reglarea intensității radiațiilor se face ușor fie prin mutarea unuia sau mai multor elemente, fie prin variația tensiunii de alimentare a lămpilor, putându-se obține temperaturi de încălzire foarte exacte și constante.

Uscarea cu radiații infraroșii se arată în multe cazuri mai eficace decât cea obținută prin alte mijloace, deoarece ea se produce nu numai la suprafață ci și în profunzime. Radiațiile lămpilor I. R. având lungimi de undă mai mici (1 — 2 μ) decât alte izvoare de căldură, pătrund prin straturile de uscat (vopsea, lac, etc.), până la suprafața substratului, încălzind stratul de uscat în întreaga sa grosime. Rezultă că uscarea se face într'un timp extrem de scurt. Căldura provenită dela alte izvoare încălzește stratul de uscat numai la suprafață, lichidul ce trebue evaporat ieșind la suprafață prin capilaritate, ceeace face ca uscarea să dureze mult (de exemplu, uscarea vopselei pe lemn durează cu I. R. numai circa 5% din timpul necesar uscării prin convecție).

Incălzirea cu radiații I. R. dă, în general, rezultate foarte uniforme fără a necesita un control prea riguros în timpul lucrului; singurele variații posibile sunt cele ale tensiunii din rețea care însă în orice caz sunt prea mici pentru a produce variații simțitoare în încălzire.

Introducerea încălzirii cu I. R. asigură condiții excelente de curățenie și siguranță, eliminând întrebuințarea aburului și atmosfera caldă și umedă din unele industrii.

CARACTERISTICELE INSTALAȚIILOR

Pentru realizarea unei instalații de încălzire sau uscare cu radiații infraroșii nu ne putem baza pe date culese din instalații anterioare, condițiile de lucru fiind foarte variate. Se procedează în general la încercări care să reproducă cât mai fidel datele de lucru normale. Aceste încercări constau din determinarea puterii de absorpție sau de reflexie a substanțelor de tratat, sub lămpi de modelul celor ce urmează să fie folosite în instalație. Apoi se procedează la realizarea unui element de cuptor de un model oarecare (ex. fig. 2), cu ajutorul căruia se execută probele semiindustriale. Determinările de mai sus permit stabilirea timpului necesar tratamentului. Cunoscând pe de altă parte capacitatea de producție, se pot deduce cu ușurință dimensiunile cuptoarelor sau ale tunelelor industriale. Este foarte important ca încercările să nu se facă în niciun caz cu o singură lampă. Astfel de încercări nu sunt concludente. In cazul cuptoarelor pentru încălzire pe bandă trebue montate câteva rânduri de lămpi, practic atâtea încât radiațiile să acopere obiectul de probă și un spațiu necesar de jur împrejurul câtorva obiecte de același fel. In cazul obiectelor mici probele de încălzire se pot realiza cu

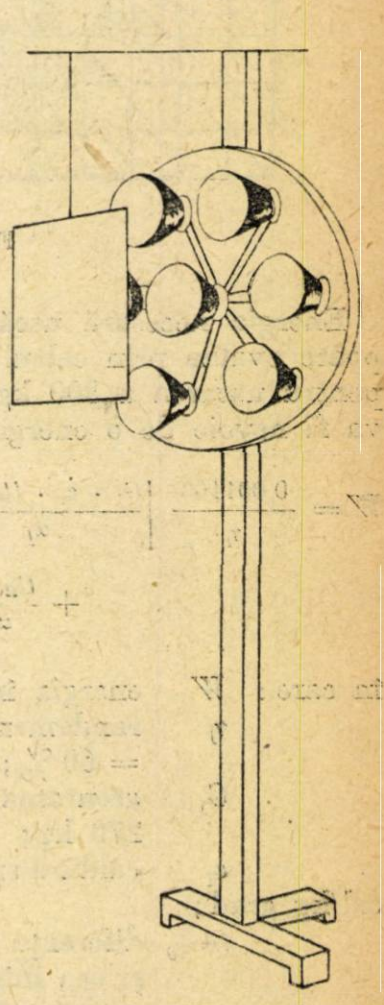


Fig. 3. Panou pentru încercări de încălzire a obiectelor mici.

panouri mobile de 6 lămpi aşezate în colţurile unui hexagon în al cărui centru se găseşte o a şaptea lampă (fig. 3). Pentru a putea reproduce cât mai bine condiţiile de lucru reale, este indicat a realiza în timpul încercărilor o ventilaţie cât mai apropiată de condiţiile normale de lucru.

Deci :

$$W = \frac{0{,}001163}{0{,}6}\left[\frac{270 \cdot 0{,}6 \cdot 80}{0{,}8} + \frac{30 \cdot 80}{0{,}5} + \frac{30 \cdot 539}{0{,}5}\right] = 103{,}8 \text{ kWh}$$

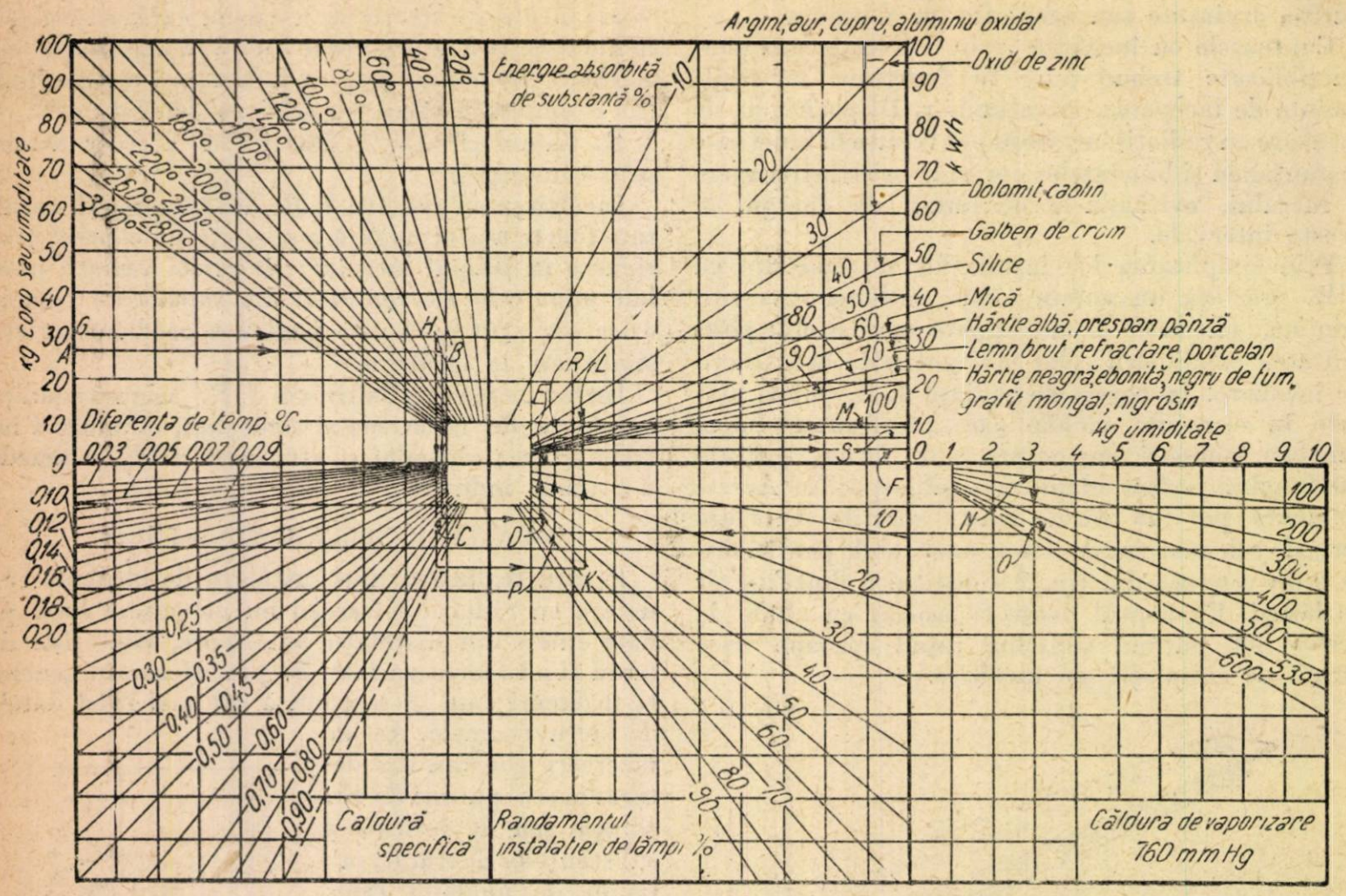


Fig. 4. Abacă pentru evaluarea energiei necesare încălzirii cu I. R.

Energia necesară uscării prin radiaţii I. R. se poate evalua prin calcul sau grafic. De exemplu, pentru uscarea a 300 kg lemn cu 10% umezeală va fi nevoie de o energie :

$$W = \frac{0{,}001163}{\eta}\left[\frac{G_1 \cdot c_1 \cdot (t - t_0)}{\alpha_l} + \frac{G_a \cdot c_a \cdot (t - t_0)}{\alpha_a} + \frac{G_a \, c_v}{\alpha_a}\right]$$

în care : W energia în kWh ;

η randamentul instalaţiei de lămpi = 60 % ;

G_1 greutatea lemnului de tratat = 270 kg ;

c_1 căldura specifică a lemnului = 0,6 cal/kg grad ;

$t - t_0$ diferenţa între temperatura finală şi cea iniţială = 80°C ;

α_l energia absorbită de lemn = 80% ;

G_a greutatea apei de evaporat = 30 kg ;

c_a căldura specifică (a apei = 1 cal/kg grad) ;

α_a energia absorbită de apă = 50% ;

c_v căldura de vaporizare a apei (la 760 mm Hg) = 539 cal/kg.

Pentru o evaluare rapidă a energiei necesare încălzirii sau uscării corpurilor, am întocmit abaca reprezentată în fig. 4. Să urmărim exemplul de mai sus pe această abacă : energia necesară încălzirii lemnului (din exemplu) o obţinem trecând dela ordonata din stânga (punctul *A*), pe curba 80°C (punctul *B*), pe curba căldurii specifice 0,6 (punctul *C*), cea a randamentului 60% (punctul *D*) şi cea a absorpţiei 80% (punctul *E*). Pe ordonata din dreapta (*F*) se citeşte valoarea 3,2 kWh. Deoarece cantitatea reală de încălzit nu este 27 ci 270 kg lemn valoarea energiei va fi 32 kWh. In mod analog pentru energia necesară încălzirii apei cu 80°C se citeşte mergând pe traseul *GHIKLM* 9 kWh, iar pentru cea necesară vaporizării ei mergând pe traseul *NOPRS* 6,2 × 10 = 62 kWh. In total deci 32 + 9 + 62 = 103 kWh.

Randamentul instalaţiei depinde de felul de aşezare al lămpilor. Deoarece densitatea de energie pe unitatea de suprafaţă încălzită este cu atât mai mare cu cât corpul este mai aproape de lampă, pentru încălzirea corpurilor singulare randamentul optim se obţine prin aşezarea lămpilor aproape de corp şi distanţate între ele. Uniformitatea încălzirii se obţine însă prin aşezarea lămpilor la distanţă mai mare de corp şi cu intervale mai mici

între ele. Metoda practică rezultată dintr'un compromis între cele două efecte de mai sus constă în așezarea lămpilor în colțurile unor triunghiuri echilatere. Lămpile se așează în general la o distanță de 15-45 cm dela prefața de tratat. Numărul și distilația lămpilor depinde de temperatura ce trebue atinsă, de viteza necesară încălzirii, de puterea lămpilor folosite și de distanța la care se găsesc față de corpurile de încălzit. Lămpile uzuale trebue să aibă puteri de 250 sau 500 W și se așează în medie la 15—30 cm una de alta.

DOMENII DE APLICARE

Incălzirea cu radiații I. R. poate fi folosită în domenii foarte variate, dintre care enumerăm aplicațiile cele mai importante.

Uscarea pieselor vopsite și mai ales a acelora cu lacuri ce necesită o oxidare sau polimerizare se poate executa în condiții foarte avantajoase cu ajutorul acestor radiații. Inafară de faptul că uscarea se produce mult mai repede decât cu alte mijloace, piesele vopsite uscate în acest fel nu prezintă efectul de cojire deoarece stratul de bază este la fel de uscat ca și pelicula de suprafață. Temperatura de uscare se poate regla cu ușurință și foarte exact.

Radiațiile I. R. pot fi folosite în mod eficace pentru uscarea *hârtiei uleiate* sau *pânzei uleiate*, a *tolelor de transformator* și a *bobinajelor* impregnate pentru mașini electrice. Hârtia uleiată se usucă în circa 4 ore cu o energie de 0,7 W/cm². Bobinele pot fi uscate atât înainte cât și după montarea lor în rotor sau stator. La fabricația în serie a mașinilor electrice operațiunile de uscare se pot face pe benzi ce trec prin fața izvoarelor de radiație I. R. (trecerea rotorilor printr'un tunel cilindric căptușit cu lămpi de I. R.). Statorii pot fi uscați prin montarea în interiorul lor a unui sistem mobil de lămpi I. R., în rotație. Ambele procedee asigură uniformitatea încălzirii. In acest caz încălzirea cu radiații I. R., prezintă avantajul de a elimina solvenții din lacurile negre pe bază de asfalt fără a vătăma izolația printr'o uscare la temperatură înaltă. O uscare cu radiații I. R. imediat înaintea impregnării evită posibilitatea reabsorpției umidității din aer.

Izolatorii ceramici pot fi uscați cu radiații I. R. cu mult mai repede decât prin alte mijloace. In această industrie se pot folosi bancuri portative de lămpi cu care se pot usca formele proaspăt modelate înainte de a fi puse în cuptoare. Această posibilitate elimină necesitatea de a mișca piesele încă umede, deci evită deformarea acestora și producerea tensiunilor ce dau naștere la rebuturi. Viteza mărită de uscare a izolatorilor și produselor ceramice reduce spațiul necesar.

Același principiu se poate aplica printr'un echipament mobil la uscarea pe loc a *cochilelor* și *miezurilor* de turnătorie.

Radiațiile I. R. pot fi folosite la uscarea materialelor textile, hârtiei, a *pulberilor*, a *grânelor*, precum și la deshidratarea alimentelor. Uscarea materialelor granulate și a pulberilor se face trecându-le pe benzi scurte așezate în cascadă în fața lămpilor cu radiații I. R. Uscarea grânelor și în special a cerealelor pentru semințe se poate face cu radiații I. R. la temperaturi joase (maximum 60°C) fără a influența facultățile lor germinative. La deshidratarea alimentelor cu radiații I. R. se poate obține un schimb de căldură superior sistemului de încălzire prin convecție.

CONCLUZII

Pentru a putea realiza instalații de încălzire cu radiații infraroșii sunt necesare lămpi de o construcție specială. Aceste lămpi pot fi fabricate în industria noastră de becuri electrice. In momentul în care lămpile vor fi fabricate în serie industrială, instalațiile de încălzire cu radiații infraroșii vor putea înlocui în foarte multe industrii (uscarea vopselelor, a izolatorilor hârtiei și pânzei uleiate, a tolelor de transformatori, a bobinajelor, cochilelor de turnătorie, a grânelor, pulberilor, etc.), sistemele actuale de încălzire. Instalațiile cu radiații I. R. vor asigura rapiditate, simplitate de construcție și întreținere, randament ridicat, reglare precisă a temperaturii, tratament uniform și cost redus.

Bibliografie

1) *Lâcov H. V.* : Teoria uscării. Moscova — Leningrad (1950)
2) *Haznadaroff B* : Uscarea prin radiații I. R., R. G. E. 54, (1945) 298.
3) *Budincov P. P., Berejnoi A. S.* : Tehnologia ceramicei și a refractarelor; Moscova (1950).

★

ПРОМЫШЛЕННЫЙ НАГРЕВ ПРИ ПОСРЕДСТВЕ ИНФРАКРАСНЫХ ИЗЛУЧНИЕЙ

Резюме

Нагрев при помощи излучений I. R. в сравнение с другими существующими способами представляет собой важные преимущества (обсушку в глубину и равномерную, простое оборудование которое высушивает очень быстро и т. д.) и имеет широкюу область применения.

★

B E T A T R O N U L

Ing. EMIL GELES

O descriere amănunțită a acceleratorului de electroni numit betatron, care folosește în acest scop o variație de câmp magnetic. Sunt arătate două tipuri principale ale aparatului; unul obișnuit cu fier mare, altul cu fierul foarte redus și numit din această cauză „cu aer". Articolul termină cu o scurtă indicație asupra aplicațiilor industriale ale betatronului.

Progresul în producerea razelor X foarte dure ajunsese, acum câțiva ani, într'un impas din care se părea că nu era nici o ieșire. Chestiunea prezenta o deosebită importanță, mai cu seamă pentru industrie, care necesită unde din ce în ce mai scurte, adică raze din ce în ce mai dure.

Ieșirea a fost totuși găsită prin aparatul pentru accelerarea electronilor. Mulțumită mai cu seamă studiului savantului sovietic T. P. Terleţki, asupra stabilității electronului în betatron, s'au putut construi astfel de aparate producătoare de electroni cu energii de peste 100 de milioane de electron-volți.

Pentru înțelegerea cauzelor care duseseră la acel impas, este necesară o reamintire și o precizare a mecanismului prin care razele X sunt produse. După cum se știe, aceste raze iau naștere ori de câte ori electronii în mișcare foarte rapidă întâlnesc un obstacol oarecare. In instalațiile obișnuite, electronii produși de catodul unui tub special, (fig. 1) și accelerați de diferența de potențial (de sute de mii de volți) aplicată între anodul și catodul acestui tub, lovesc o piesă în general de tungsten — numită anticatod și care de cele mai multe ori este chiar anodul.

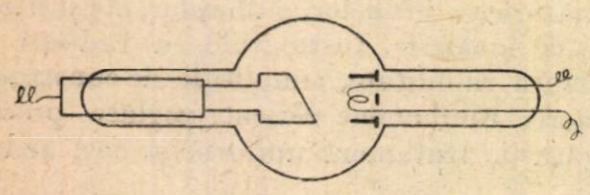


Fig. 1. Tub pentru producerea razelor X.

Fenomenul, care dă naștere unei raze X, este întotdeauna acela de frânare bruscă a unui electron foarte rapid, frânare care are ca rezultat o pierdere bruscă de viteză și deci de energie a electronului. Energia pierdută de electron este redată de raza X produsă, a cărei lungime de undă λ — după relația lui Planck $W = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ — este invers proporțională cu energia ei. Se vede ușor, din această relație, de ce razele X sunt cu atât mai „dure", adică pătrund atât mai mult, într'un anumit corp, cu cât sunt mai scurte.

Sunt două moduri în care se produc razele X. *In primul*, o rază ia naștere într'un chip asemănător unei raze de lumină vizibilă: electronul incident smulge un electron planetar de pe una din păturile cele mai dinăuntru (mai aproape de nucleu) ale atomului, pe care îl ionizează. Când un electron de pe o pătură exterioară cade în locul electronului smuls pentru a-l înlocui și deci pentru a completa pătura electronică respectivă, se produce o rază X a cărei lungime de undă depinde de constituția atomului în care s'a produs. Cu alte cuvinte este o rază caracteristică acelui atom, rază care dă naștere unei anumite linii spectrale.

Fiecare atom posedă un ansamblu de astfel de linii, numite la un loc *spectrul X caracteristic*, al atomului, pe care îl caracterizează, tot așa ca și spectrul său vizibil. Pentru ca aceste linii să se producă, este necesară, la fiecare element, o anumită energie minimă de excitație, dar creșterea ei oricât de mult, peste acel minimum, nu modifică întru nimic locul liniilor în spectrul caracteristic al elementului.

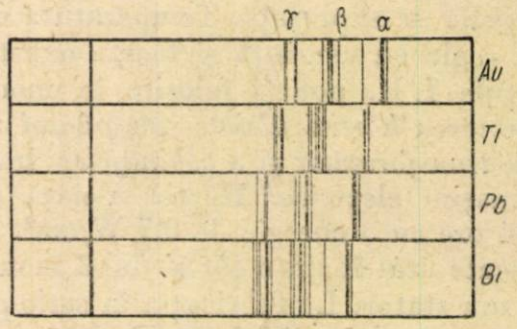


Fig. 2. Spectrele în raze X a patru elemente.

Cu cât numărul atomic al elementului este mai mare, cu atât spectrul său caracteristic este deplasat spre lungimi de undă mai mici. In fig. 2, care dă spectrele a 4 elemente apropiate din tabela periodică a lui Mendeleev (aur—79, taliu—81, plumb—82 și bismut—83); se vede bine cum, pe măsură ce numărul atomic crește, spectrul se deplasează mai spre stânga figurii, adică spre lungimile de undă mai mici. Este de remarcat că, tot din această figură, se vede imediat, între spectrele aurului și taliului, lipsa unui spectru intermediar, și anume al mercurului, care are numărul atomic 80.

In al doilea mod de producere a razelor X, acestea iau naștere prin frânarea bruscă a însăși electronilor incidenți. Deoarece energia electronilor de impact nu este cuantificată, ea putând avea orice valoare, spectrul corespunzător nu mai este compus din linii caracteristice, ci este *continuu*, adică este format din radiații de toate lungimile de undă, cuprinse între limita minimă dată de formula lui Planck și limita maximă a lungimilor de undă a razelor X. Limita minimă se deplasează, firește, spre lungimile de undă mai mici, atunci când energia electronilor incidenți crește.

In fig. 3, se văd spectrele radiațiilor emise de 3 corpuri (crom — 24, molibden — 42 și tungsten sau wolfram — 74), supuse bombardamentului unor electroni cu o energie de 35 000 de electron-volți.

In abscisă, este dată lungimea de undă în Angström a radiației, iar în ordonată intensitatea ei.

Linii caracteristice apar aici numai la molibden și sunt atât de intense, încât reprezentările grafice ale mărimilor lor depășesc mult cadrul figurii. Dacă aceasta ar fi prelungită simțitor spre dreapta (spre lungimi de undă mai mari) s'ar vedea și linii ca-

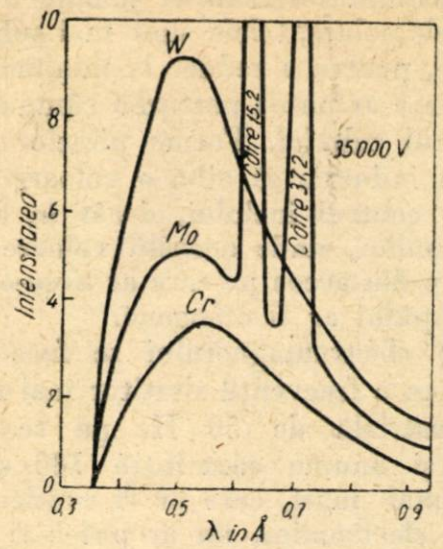


Fig. 3. Intensitățile radiațiilor a trei corpuri în funcție de lungimile de undă, pentru o energie dată.

racteristice ale cromului. Dar, ca să apară și liniile caracteristice ale tungstenului, ar trebui ca tensiunea aplicată (și deci și energia electronilor incidenți) să fie mărită înspre 70 000 de volți.

In rezumat, liniile caracteristice apar la o anumită valoare a energiei electronilor incidenți (un anumit grad de excitație) și nu-și schimbă poziția când această valoare crește.

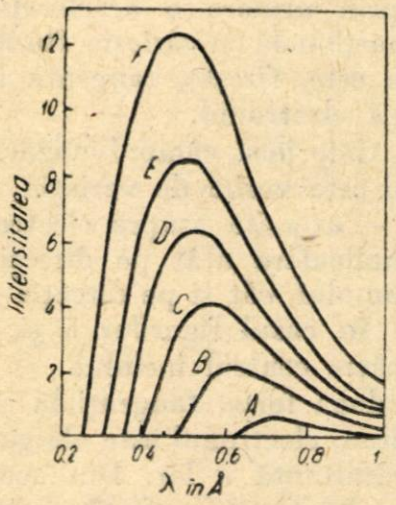


Fig. 4. Curbele intensităților radiațiilor tungstenului, pentru diferite tensiuni aplicate. Țintă de tungsten: *A*—20 kV; *B*—25 kV; *C*—30 kV; D—35 kV; *E*—40 kV; *F*—45 kV.

In schimb, lungimea de undă minimă a radiațiilor din spectrul continuu este întotdeauna invers proporțională cu energia particulelor incidente. Deasemenea, cea mai mare parte a energiei, emisă sub forma de raze X, este concentrată în vecinătatea lungimii de undă minimă. In fig. 4 se vede cum, pe măsură ce tensiunea aplicată crește, atât minimul lungimii de undă, cât și maximul de intensitate al radiațiilor emise, se deplasează spre stânga, adică spre lungimile mici.

Rezultă că, atâta vreme cât ne putem mulțumi cu duritatea corespunzătoare radiațiilor caracteristice, dispozitivele obișnuite de producerea razelor X sunt mai mult decât îndestulătoare. De fapt, la o tensiune de numai 100 000 de volți apar toate radiațiile caracteristice ale tuturor corpurilor, chiar ale celor cu numerele atomice cele mai mari.

In instalațiile mai moderne de acest tip tensiunile de două până la trei sute de mii de volți sunt curente și s'a ajuns chiar până la un milion de volți, deoarece se constatase că, pentru diferite aplicații (medicale, industriale, etc.), duritatea razelor caracteristice era cu totul insuficientă. Construirea unor astfel de instalații prezintă dificultăți enorme, mai cu seamă din punct de vedere al izolației. Și totuși nevoile actuale ale industriei, fără a mai vorbi de acelea ale fizicei moderne (nucleare) sunt încă departe de a fi satisfăcute pe această cale. Metalurgia, de pildă, cere astăzi examinarea prin raze X, pentru găsirea defectelor, a unor plăci de oțel de 40—50 cm. Crearea unor instalații de tip clasic, cu tensiuni corespunzătoare durității necesare radiațiilor, era practic imposibilă.

Dificultatea a fost însă ocolită în mod cu totul satisfăcător. După cum s'a arătat mai sus, energia electronilor incidenți — care este invers proporțională cu lungimea de undă a razelor X emise — este dată prin accelerarea electronilor într'un câmp electric foarte puternic, produs de o mare diferență de potențial între electrozii tubului. S'a descoperit un alt mijloc de accelerarea electronilor, care nu numai că înlătură inconvenientele tensiunilor foarte înalte, dar permite obținerea unor accelerări și deci a unor energii incomparabil mai mari.

Aparatul se numește *betatron*, după primul nume de raze β (beta), care a fost dat electronilor emiși de substanțele radioactive. Betatronul mai este numit și *accelerator prin inducție*. Această denumire prezintă inconvenientul de a fi foarte lungă, dar este perfect logică, deoarece este de fapt un aparat care accelerează electronii, folosind în acest scop fenomenele de inducție.

Betatronul folosește în adevăr, pentru accelerarea electronilor, nu o diferență de potențial electric, ci o variație de câmp magnetic care poate imprima electronilor energii de milioane și chiar sute de milioane de *electron-volți* *). Cu alte cuvinte, electronii care ies dintr'un betatron de 100 de milioane de electron-volți, au exact aceeași energie (10^8 eV sau 100 MeV), ca și acei care ar fi supuși unei tensiuni de 100 de milioane de volți.

Această energie poate fi considerată oarecum ca o energie limitată a electronilor accelerați de un betatron.

Savanții sovietici Ivanenco și Pomeranciuc au demonstrat teoretic că electronii de foarte mare energie, în mișcarea lor pe orbita unui betatron, emit radiații din domeniul vizibil. Acest rezultat a fost confirmat experimental prin observațiile făcute la betatronul de 100 MeV.

*) Electron-voltul (eV) este o unitate de energie extrem de mică, egală cu $1{,}601 \times 10^{-12}$ erg, și reprezintă lucrul mecanic înmagazinat de un electron care străbate un câmp, dat de o diferență de potențial de 1 volt, când se deplasează în direcția liniilor de forță ale câmpului și în sensul contrar acestora. Se întrebuințează în general mai mult unitatea multiplă MeV, de un milion de electroni-volți.

Aceste radiații reprezintă, firește, pierderi de energie și micșorează deci stabilitatea electronilor pe orbita lor.

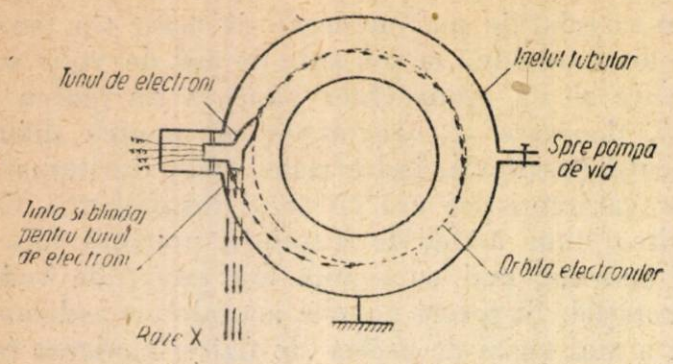


Fig. 5. Schema în plan a betatronului.

Fig. 5 și 6 dau reprezentarea schematică a unui betatron, în plan și elevație. Părțile lui principale sunt : un inel tubular (un tor)— în general de sticlă — în care se mișcă electronii accelerați și un electromagnet, între ale cărui piese polare este așezat inelul de sticlă.

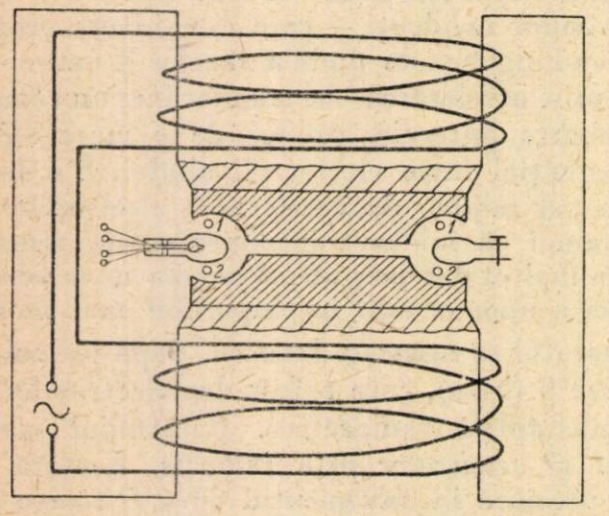


Fig. 6. Schema în elevație a betatronului : *1*, *2* bobine pentru mărirea bruscă a diametrului orbitei electronilor.

Electronii sunt produși de un „tun de electroni" (fig. 7), compus în general dintr'un catod (încălzit de un filament) înconjurat de un cilindru metalic — care respinge electronii spre filament, împiedicându-i astfel să se împrăștie — și dintr'un anod, constând dintr'o placă găurită, prin a cărei gaură este focalizat fascicolul de electroni. Diferența de potențial de ordinul a câteva

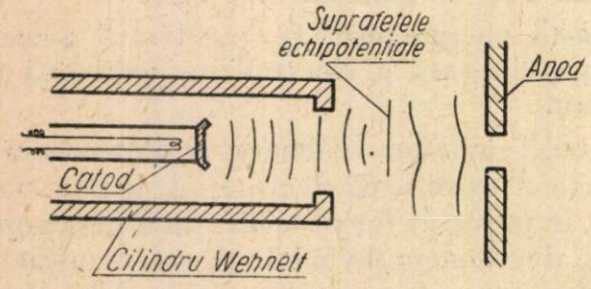


Fig. 7. Tunul de electroni care injectează electronii în betatron.

mii sau zeci de mii de volți, dintre anod și catod, imprimă electronilor produși o accelerare suficientă pentru a-i face să ajungă, cu viteză încă apreciabilă, în axul circular al inelului. Tubul este permanent legat de o pompă de vid, pentru a evita cât mai complet ciocnirile dintre electroni și atomii gazului încă prezent.

Fierul electromagnetului, care reprezintă cu mult cea mai mare parte din greutatea totală a aparatului, este format din tole de fier silicios pentru transformatori, subțiri și bine izolate între ele. In piesele polare, tolele sunt mai subțiri și mai bine izolate, pentru a reduce la minimum curenții Foucault, care ar putea perturba câmpul magnetic din interiorul tubului. Forma pieselor este astfel studiată ca inducția să aibă o valoare mult mai mare către centrul inelului, decât în dreptul orbitei electronilor, unde această valoare trebue să fie jumătate din aceea pe care ar avea-o dacă densitatea câmpului ar fi omogenă.

Excitația electromagnetului se face în curent alternativ, cu o frecvență simțitor mai mare decât aceea industrială de 50 Hz pe secundă (perioade) — și anume cam între 180 și 500 Hz. Frecvențe mai mari, care ar fi excelente pentru accelerarea electronilor, nu ar putea fi folosite în acest model de betatron, din cauza căldurii prea mari, desvoltate de curenții Foucault.

Să ne închipuim acum că, în momentul în care un electron (sau un grup oricât de mare de electroni) ajunge pe cercul punctat din fig. 5, în sensul arătat de săgeți, valoarea câmpului magnetic crește, sensul liniilor de forță fiind : de ieșire din hârtie în fig. 5 și de sus în jos în fig. 6. Se știe că, sub influența unei variații de flux magnetic, un electron este supus unei forțe electromotoare perpendiculare pe direcția liniilor de forță magnetică. El capătă prin urmare o accelerație (și deci o energie) proporțională cu variația fluxului. In cazul nostru, forța este, firește, tangentă la orbita pe care se mișcă electronul.

In același timp însă, câmpul magnetic — de astă dată nu mai este vorba de variația, ci numai de valoarea lui — exercită asupra electronului o altă forță, perpendiculară atât pe direcția liniilor de forță ale câmpului, cât și pe direcția de mișcare a electronului. In cazul figurilor 5 și 6, forța este îndreptată către centrul inelului.

Cum cele două forțe, tangențială și radială, lucrează simultan, electronul este obligat să se miște pe curba, rezultantă a lor. Din această mișcare curbilinie, rezultă firește o forță centrifugă.

Dacă distribuția câmpului magnetic este aceea arătată mai sus, cele două forțe radiale (centripetă și centrifugă) își fac echilibru, iar orbita electronului va fi o curbă cu rază constantă, adică un cerc. In timpul cât durează variația câmpului magnetic, electronul parcurge această orbită de un număr enorm de ori (de ordinul sutelor de mii), câștigând, la fiecare învârtitură, un nou supliment de energie.

Când energia dorită a fost atinsă, un dispozitiv auxiliar special distruge brusc stabilitatea orbitei. Acest dispozitiv constă, în cazul aparatului descris mai sus, din două bobine așezate una imediat deasupra și cealaltă imediat dedesubtul inelului. Descărcarea la momentul potrivit a unui condensator, în circuitul acestor bobine, produce o creștere bruscă a fluxului magnetic. Aceasta face ca electronul să se miște atunci pe orbite cu raze din

ce în ce mai mari, până când lovește o țintă de tungsten, care are rolul anticatodului din tubul Coolidge. In aparatul reprezentat în fig. 5 și 6, ținta este chiar spatele tunului de electroni. In alte aparate, dezechilibrul brusc al orbitei este produs în sens invers, astfel că electronul, după ce a atins energia dorită, se învârtește pe traectorii din ce în ce mai mici, ținta găsindu-se nu înafară, ci înăuntrul orbitei stabile.

In unele cazuri, ținta lipsește cu totul. Fasciculul de electroni accelerați este lăsat să iasă din aparat printr'o fereastră foarte puțin absorbantă — pentru anumite aplicații, mai cu seamă în domeniul fizicei nucleare.

Să vedem acum, în ce chip putem stabili condițiile de stabilitate a orbitei electronului.

In direcția radială, electronul care se deplasează, perpendicular pe liniile de forță ale unui câmp magnetic, dealungul unei orbite circulare de rază r, este solicitat de două forțe opuse : una *centripetă*, datorită fluxului magnetic, exprimată prin produsul Bev, în care B este inducția magnetică în punctul considerat, e sarcina electronului și v viteza acestuia ; cealaltă *centrifugă*, egală cu $\frac{m v^2}{r}$, unde m este masa electronului.

Când viteza electronului și inducția magnetică sunt amândouă uniforme, cele două forțe sunt evident egale și de sens contrar, astfel că raza orbitei electronului este constantă, adică orbita este circulară.

Electronul poate rămâne pe orbita de raza constantă r, chiar când fluxul variază, dacă cele două forțe își fac echilibru în fiecare moment, adică dacă

$$Bev = \frac{mv^2}{r},$$

de unde

$$Ber = mv \ . \qquad (1)$$

Se știe că forța electromotoare E, indusă într'un circuit străbătut de un flux magnetic variabil Φ, este

$$R = \frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} \ .$$

Cum orbita circulară poate fi perfect asimilată cu un circuit, rezultă că i se poate aplica această ultimă formulă, și că prin urmare, lucrul mecanic acumulat de electron în timpul unei revoluții complete este

$$W = Ee = e\frac{\mathrm{d}\Phi}{dt} \ . \qquad (2)$$

Lucrul mecanic elementar, conform mecanicei clasice este :

$$\mathrm{d}W = F\mathrm{d}s.$$

Scoțând valoarea lui $F = \frac{\mathrm{d}W}{\mathrm{d}s}$, rezultă că forța tangențială care produce accelerația electronului, este în fiecare punct egală cu raportul dintre lucrul mecanic și drumul parcurs. Forța F trebue să fie aceeași în fiecare punct al acestei orbite.

Prin urmare, pentru o revoluție completă $(2\pi r)$,

$$F = \frac{Ee}{2\pi r} = \frac{e}{2\pi r} \cdot \frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} \qquad (3)$$

Pe de altă parte, conform celei de a doua legi a lui Newton, forța este egală cu variația impulsului în unitatea de timp :

$$F = \frac{\mathrm{d}\,(mv)}{\mathrm{d}t} \qquad (4)$$

Din (3) și (4) se deduce imediat

$$\frac{\mathrm{d}\,(mv)}{\mathrm{d}t} = \frac{e}{2\pi r} \cdot \frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} \qquad (5)$$

sau

$$\mathrm{d}\,(mv) = \frac{e}{2\pi r} \cdot \mathrm{d}\Phi.$$

Deoarece, în cazul orbitei circulare, $Ber = mv$, rezultă prin derivare

$$\mathrm{d}\,(mv) = er\mathrm{d}B \qquad (6)$$

combinând pe (5) cu (6), obținem :

$$er\,\mathrm{d}\,B = \frac{e}{2\,\pi\,r} \cdot \mathrm{d}\Phi$$

adică

$$\mathrm{d}\Phi = 2\pi r^2 \ \mathrm{d}B$$

care dă prin integrare

$$\Phi - \Phi_0 = 2\ \pi r^2 B.$$

In general $\Phi_0 = 0$, deoarece se alege, pentru introducerea sau injectarea electronilor în aparat, momentul în care valoarea curentului alternativ, care alimentează betatronul, este nulă și prin urmare și fluxul magnetic este nul.

Ultima formulă devine deci :

$$\Phi = 2\pi r^2 B \qquad (7)$$

care reprezintă *condiția de stabilitate*, numită și *condiția de flux* a betatronului.

Din această formulă rezultă în primul rând că fluxul Φ, care imprimă electronului accelerația tangențială, variază proporțional cu inducția B pe orbită, care îi dă accelerația centripetă și că prin urmare Φ și B pot fi produse de un același curent. Pe de altă parte, aceeași formulă mai arată că, la distanța r dela centru, adică pe orbita electronilor, inducția B este jumătate din cât ar fi fost în cazul unui câmp magnetic uniform distribuit

$$\frac{\Phi}{2\,\pi\,r^2} \text{ în loc de } \frac{\Phi}{\pi\,r^2}.$$

Această distribuție specială este obținută prin piese polare de formă potrivită.

Putem trece acum la a doua problemă importantă a betatronului și anume la calcularea energiei electronilor accelerați.

Fiind vorba de o energie cinetică, s'ar părea în primul moment că este foarte ușor de calculat cu ajutorul formulei clasice

$$W_c = \frac{1}{2}\ mv^2.$$

Dacă însă avem în vedere că viteza electronului accelerat este foarte apropiată de aceea a luminii, se vede numaidecât că trebue să ținem seama de creșterea relativistă a masei lui, după relația

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \qquad (8)$$

în care m_0 este masa particulei în repaus și c viteza luminii.

In acest caz, energia cinetică a electronului poate fi exprimată exact prin

$$W_c = mc^2 - m_0c^2 \qquad (9)$$

în care, conform formulei lui Einstein, mc^2 reprezintă energia totală a particulei în mișcare (masa m) și m_0c^2 energia totală a particulei în repaus (masa m_0).

In funcție de impulsul mv, energia cinetică se exprimă prin formula

$$W_c = \frac{(mv)^2}{2m}$$

care combinată cu (9) dă :

$$W_c = \sqrt{(m_0c^2)^2 + c^2\,(mv)^2} - m_0c^2 \qquad (10)$$

dar, conform ecuației (1), $mv = Ber$, astfel că (10) devine

$$W_c = \sqrt{(m_0c^2) + (Berc)^2} - m_0c^2 \qquad (11)$$

în care m_0 c și e sunt constante cu valori bine cunoscute.

Prin urmare, dacă fixăm anumite valori pentru B și r, găsim imediat energia electronilor accelerați în betatron, și reciproc, dacă dorim să construim un betatron de o anumită energie, avem imediat valoarea produsului dintre inducție și raza orbitei electronilor. Energia poate fi calculată direct în electron-volți, dacă împărțim membrul al doilea al formulei (11) prin valoarea lui e :

$$We_v = \sqrt{\left(\frac{(m_0c^2)}{e}\right)^2 + \left(Brc\right)^2} - \frac{m_0c^2}{e} \qquad (12)$$

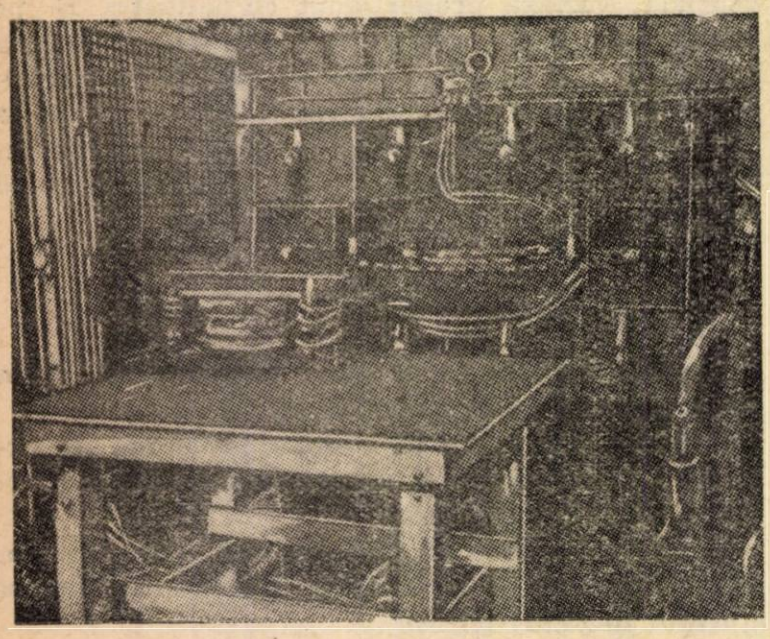


Fig. 8. Un betatron de 20 MeV. In față, pe masă, primul betatron realizat (2,3 MeV).

In toate aceste formule, mărimile sunt exprimate în unități din sistemul MKS.

Dacă aplicăm ultima formulă betatronului din fig. 8, despre care știm că dă electroni de 20 MeV și că orbita lor are o rază de 0,19 m, găsim că $B = 0{,}36$ Wb/m^2.

Miezul acestui aparat are 3 500 kg și puterea consumată este de 25 kW, în curent alternativ de 180 Hz*). Numai o mică parte din această putere servește la accelerarea electronilor. Restul reprezintă pierderi, mai ales prin curenți Foucault.

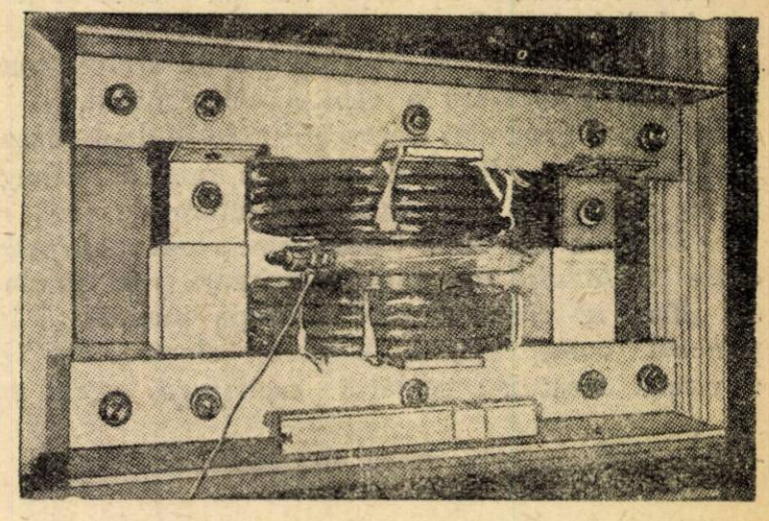


Fig. 9. Mic betatron mai modern, de 5 MeV.

Betatronul din fig. 9 are $r = 0{,}07$ m și $B = 0{,}26$ Wb/m^2. Formula (12) ne dă imediat $W_c = 5$ MeV.

In acest betatron, miezul de fier are 270 kg. Dimensiunile pieselor principale pot fi apreciate pe figură prin comparație cu mărimea unei rigle de calcul obișnuite. Frecvența curentului de excitație este aici de 500 Hz, curentul maxim dewattat este de 800A.

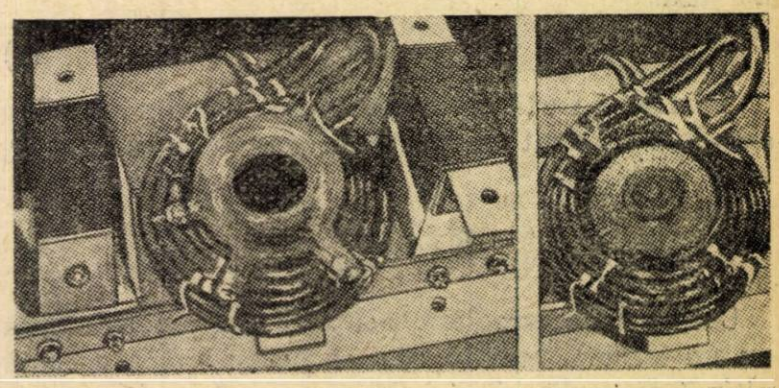


Fig. 10. Betatronul din fig. 9. : *a*) din care a fost îndepărtat jugul superior, împreună cu piesa polară și cu bobinele respective ; *b*) a fost îndepărtat și inelul accelerator.

Fig. 10 *a* ne arată același aparat, din care a fost înlăturat jugul de deasupra al miezului, împreună cu piesa polară și cu bobinele respective. Se vede clar aici inelul tubular de sticlă, în care se produce accelerarea electronilor. In acest inel se găsește un *tun de electroni* de dimensiuni extrem de reduse, o țintă de tungsten (separată), etc. Interiorul tu-

*) 1 Hz = 1 Hertz = 1 perioadă pe secundă.

bului este învelit cu o pătură foarte subțire dintr'o substanță semi-conductoare, transparentă și fluorescentă. In fig. 10 *b*, a fost îndepărtat și inelul accelerator, pentru a permite vederea uneia din piesele polare, a căror formă specială dă distribuția radială necesară a inducției magnetice.

Dezechilibrul orbital, la sfârșitul accelerației, este datorit saturației, în acel moment, a mijlocului miezului, astfel că, în regiunea orbitei, inducția — și odată cu ea și forța centripetă — crește mult mai rapid decât inducția regiunii centrale și deci decât fluxul total, care produce accelerația. Traiectoria electronilor se curbează deci către centru, orbitele devenind din ce în ce mai mici, până când electronii lovesc ținta de tungsten.

Puterea consumată este de 5 kW.

Trebue precizat că numai un sfert din timp este folosit pentru accelerare și anume numai sferturile de perioadă, în care valoarea curentului și deci și inducția produsă cresc dela zero la maximum. Electronii accelerați, ca și razele X corespunzătoare acestora, sunt produși în pachete sau grupuri, în număr egal cu numărul perioadelor curentului de excitație (în primul caz 180/s, în al doilea 500/s).

Foarte recent, a mai apărut un tip de betatron zis „fără fier" sau „cu aer", din cauză că miezul lui de fier este extrem de redus — circa 5 kg în modelul din figură.

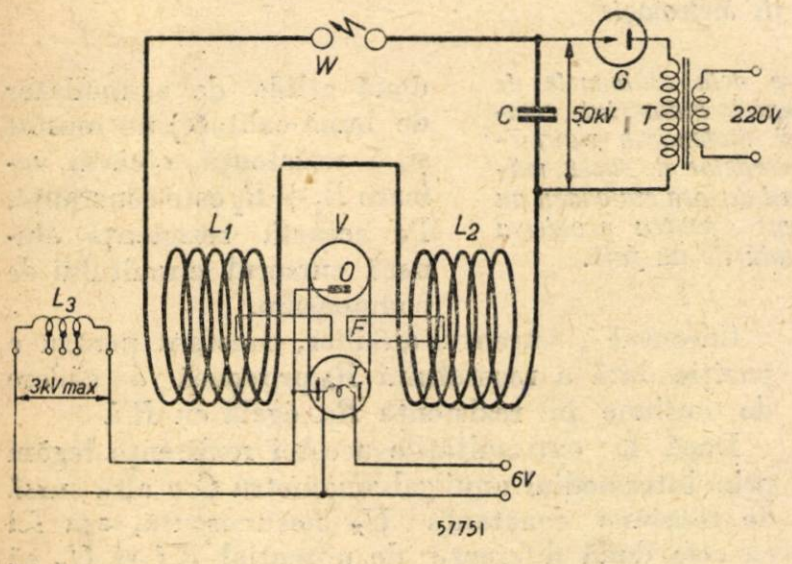


Fig. 11. Schema unui betatron „cu aer".

Acest aparat, (fig. 11 și 12), care produce electroni de circa 9 MeV, are dimensiuni foarte reduse și o greutate totală de 50 kg. Pentru a obține o inducție magnetică de același ordin de mărime cu aceea dată de un miez de fier, curentul trebue să fie aici mult mai puternic — circa 5 000 A în cazul aparatului prezentat.

Fig. 11 arată schema de funcționare a aparatului.

Se vede cum curentul, dat de secundarul unui transformator și redresat de o valvă diodă, încarcă un condensator C (de 6,5μF) la 50 000 V. Când aceasta a ajuns la tensiunea maximă, se descarcă printr'un eclator W într'un circuit oscilant, în care capacitatea este formată de condensatorul C, iar inductanța de bobinele L_1 și L_2 (inductanță totală 625μH) ale betatronului.

Această descărcare oscilantă (amortizată) constitue curentul alternativ de excitație al betatronului. Frecvența curentului oscilant este de 2 500 Hz. Electronii nu primesc o accelerare utilă (pe direcția orbitei), decât în primele două sau trei oscilații.

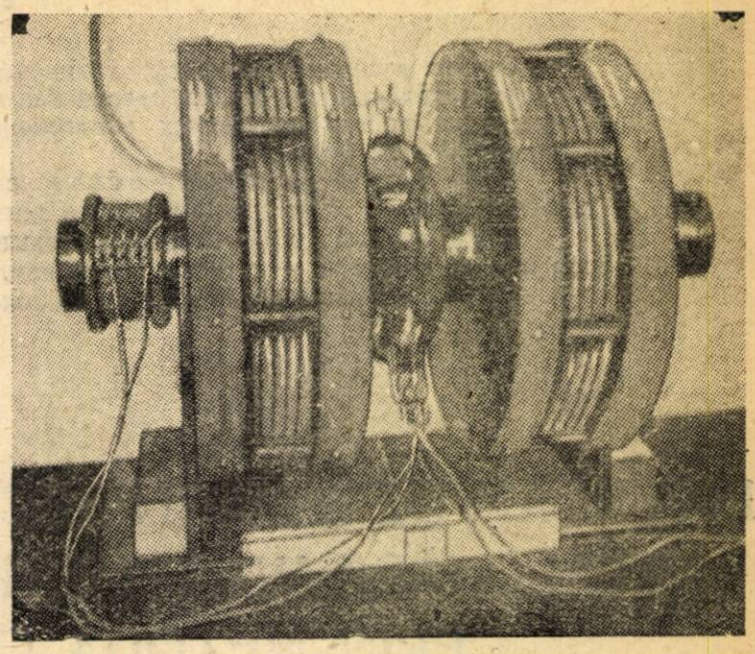


Fig. 12. Vedere generală a unui betatron „cu aer" de 9 MeV.

Micul miez de fier este indispensabil pentru obținerea fluxului magnetic minim, necesar accelerării.

In aparatul din figurile 11 și 12, acest flux este de aproximativ 0,016 Wb. Inducția pe orbită este de 0,4 Wb/m² și raza orbitei este 0,08 m. Aceste cifre dau, prin aplicarea formulei (12) energia de 9 MeV.

La prima vedere, s'ar părea ca betatronul „cu aer" este extrem de avantajos. Realitatea este cu totul alta. Singura lui superioritate este că, la o greutate totală foarte redusă, produce electroni de energie relativ ridicată.

Dar această energie individuală este din nenorocire compensată și aproape anihilată de raritatea lor și de lungimea intervalelor de timp la care sunt produși.

In betatronul cu miez de fier, se produce, după cum am văzut, un grup de electroni accelerați la fiecare perioadă. Betatronul „cu aer", în care fiecare încărcare și descărcare se face cam odată pe secundă, produce doar trei asemenea grupe pe secundă în prima fracțiune de 1/800 de secundă — față de 180 sau 500 pe secundă, la intervale egale, produse în modelele cu fier, descrise mai sus.

Aparatul „cu aer", cel puțin în forma lui actuală, este un foarte interesant aparat de laborator, dar nu poate fi folosit ca isvor de raze X dure

pentru aplicații terapeutice sau mai cu seamă industriale.

Betatroanele de 20 până la 40 de MeV încep să aibă aplicații curente în industria metalurgică, unde permit examinarea structurii materialelor, chiar în plăci foarte groase, de peste 50 cm grosime, cum și pe aceea a diferitelor operații asupra pieselor mari, fabricate sau semifabricate.

★

БЕТАТРОН

Резюме

Статья начинается с обзора механизма производства рентгеновских лучей, из которого явствует необходимость использовсния электронов гораздо больших энергий, чем те которых можно добиться в обыкновенных рентгеновских приборах (при помощи трубок Кулиджя и прочих, подобных им).

Далее следует подробное описание ускорителя электронов, именуемого бетатрон, который использует с этой целью круговое магнитное поле.

Автор описывает два основных типа этого прибора: обыкновенный, с большим железным ярмом, и другой — с очень маленьким, называемый поэтому „воздушным".

Статья заканчивается кратким изложением применения бетатрона в промышленности.

★

INCERCĂRI DE A MĂRI PRECIZIA ȘI DE A REDUCE DURATA ETALONĂRII WATTMETRELOR ELECTRODINAMICE PRIN METODA COMPENSATORULUI

VIRGIL CRISTESCU
dela Institutul de Metrologie

Operațiunea de trecerea dela etaloanele de electricitate la instrumentele industriale comportă în prima etapă și etalonarea wattmetrelor. Imbunătățirea metodelor de lucru, mărind precizia și reducând durata etalonării au fost punctele de plecare pentru problema înfățișată în rândurile de față.

Problema menținerii cu precizie și a supravegherii continue a unei tensiuni date, într'un circuit de etalonare, în curent continuu, se pune cu deosebire cu ocazia etalonării wattmetrelor model (etalon) de clasa 0,1 sau 0,2, prin metoda compensatorului.

PRINCIPIUL COMPENSATORULUI PENTRU CURENT CONTINUU

In fig. 1 este arătată schema de principiu a unui potențiometru (compensator) pentru curent continuu.

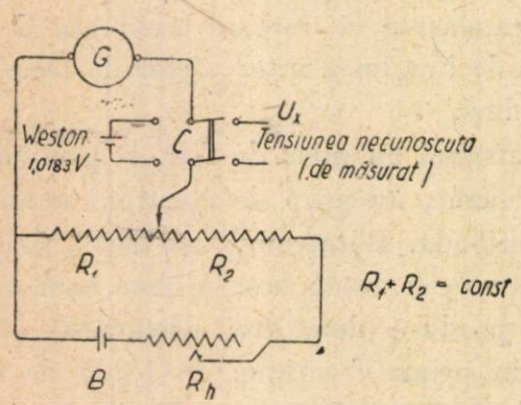


Fig. 1. Schema de principiu a unui compensator de curent continuu.

In circuitul de jos, circuitul curentului auxiliar, avem o sursă de curent continuu (obișnuit una sau două celule de acumulator de bună calitate) un reostat și o rezistență a cărui valoare $R_1 + R_2$ este constantă. Pe această rezistență alunecă cursorul circuitului de compensare.

Curentul i, curentul auxiliar, constant pentru o poziție dată a reostatului R_h, provoacă o cădere de tensiune în rezistența R_1, egală cu $R_1 i$.

Dacă la extremitățile acestei rezistențe legăm prin intermediul unui galvanometru G o altă sursă de tensiune constantă U_x necunoscută, așa fel ca cele două diferențe de potențial $R_1 i$ și U_x să fie în opoziție și dacă reglăm pe R_1 până când galvanometrul vine la zero, putem scrie:

$$R_1 i = U_x.$$

Deci, putem cunoaște pe U_x dacă cunoaștem pe i și dacă rezistența R_1 este etalonată prealabil.

Se obișnuește să se ia $i = 0{,}1$ mA.

Pentru a se regla valoarea lui i se procedează în modul următor:

Comutatorul C fiind deschis, se face:

$$R_1 = 10\,183\ \Omega.$$

Se comutează C pe un element Weston a cărei forță electromotoare este, cum se știe, de 1,0183 V la 20 °C.

Dacă forța electromotoare a elementului Weston este în opoziție (și trebue să avem grijă să fie) cu

diferența de potențial la bornele lui R_1 și dacă reglăm pe R_h până când galvanometrul vine la zero, avem :

$$R_1 i = 1{,}0183$$

sau

$$10183\ \Omega \quad i = 1{,}0183\ \text{V}$$

de unde

$$i = 0{,}1\ \text{mA}.$$

Pentru a face deci măsurarea lui U_x trebue să începem prin a regla curentul auxiliar la valoarea 0,1 mA, așa cum am arătat. Numai după aceea se poate măsura U_x.

Valoarea lui U_x este deci dată de relația :

$$U_x = R_1\ \Omega \cdot 0{,}0001\ \text{A}.$$

Potențiometrele (compensatoarele) care se întrebuințează în determinările de precizie în laboratoare, deși au același principiu, au o schemă mult mai complexă din nevoia de a soluționa și alte probleme ce se pun în asemenea măsurători, cum ar fi protecția elementului Weston contra scurtcircuitelor în cazul montajului defectuos al acestuia, evitarea curentului de debitare al elementului Weston, variația sensibilității galvanometrului, reglajul foarte fin al rezistenței R_h, dar cu deosebire posibilitatea de reglaj fin al rezistenței Ri și eliminarea curenților parazițti termoelectrici din circuitul de compensare.

Dacă dispunem de două galvanometre este principial preferabil ca unul să fie rezervat supravegherii continue a curentului auxiliar potrivit montajului din fig. 2.

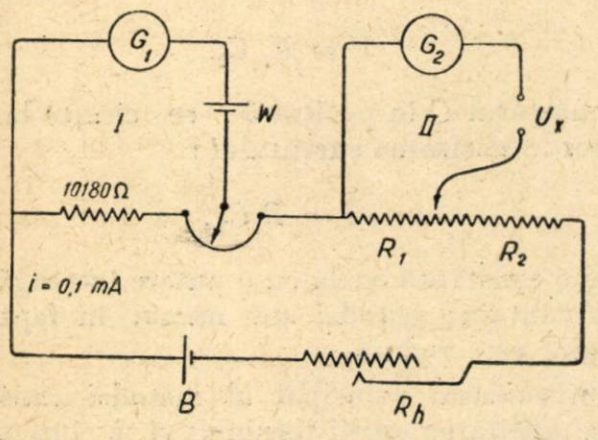


Fig. 2. Schema de principiu a unui compensator prevăzut cu „decadă de temperatură" și cu galvanometru special pentru reglajul curentului auxiliar.

Pentru a se ține seamă de variația forței electromotoare a elementului Weston cu temperatura și în genere pentru a putea lua în considerare forța electromotoare efectivă a elementului Weston cu care se face calibrarea curentului auxiliar, se ia în locul rezistenței fixe de 10 183 Ω din fig. 1, o rezistență fixă de 10 180 Ω și o decadă 10×1 Ω numită „decada de temperatură", pe care se ia în ohmi valoarea corespunzătoare forței electromotoare efective a elementului Weston, ținând seama atât de forța electromotoare la + 20 °C, cât și de temperatura efectivă de lucru.

Fig. 2 reprezintă schema de montaj a unui compensator simplificat, folosind două galvanometre și o „decadă de temperatură".

Dacă nu dispunem de două galvanometre sau pentru a face disponibil pentru alte lucrări, unul din galvanometre, se poate lucra cu un singur galvanometru, comutându-l succesiv pe circuitul de calibrare *I* și pe circuitul de măsurare *II*.

Principial, această „comutare", respectiv nesimultaneitatea acestor două operațiuni de control al curentului auxiliar și de măsurare, este un punct slab al acestei metode de lucru. In adevăr, dacă în timp ce se face măsurătoarea în circuitul *II* de compensare, se modifică dintr'o cauză oarecare curentul auxiliar (0,1 mA), măsurătoarea este afectată de o eroare sistematică.

In practică, dacă am luat precauțiunea de a întrebuința drept baterie de alimentare *B* un acumulator de calitate, de o capacitate suficientă, adus la regimul stabil de debitare, dacă circuitul curentului auxiliar nu este sediul unor curenți parazițti variabili și nici nu prezintă rezistențe de contact variabile, atunci curentul auxiliar se menține suficient de bine constant, așa încât controlul său nu este necesar a se face la intervale de timp mai mici de zece minute.

In aceste condiții nu este neapărat necesar să rezervăm un galvanometru special pentru controlul curentului auxiliar : cu ajutorul unui comutator trecem galvanometrul instalat în circuitul de compensare, la intervale regulate de timp, în circuitul de calibrare *I* pentru a constata prin echilibrul galvanometrului că valoarea curentului auxiliar a rămas constantă sau pentru a o aduce la valoarea sa normală 0,1 mA.

Diferența de potențial de măsurat, U_x poate fi căderea de tensiune într'o rezistență calibrată cunoscută, sau o fracțiune determinată dintr'o tensiune necunoscută.

In primul caz, compensatorul servește la măsurarea cu precizie a unui curent (etalonarea unui ampermetru), în al doilea caz, la măsurarea cu precizie a unei tensiuni (etalonarea unui voltmetru).

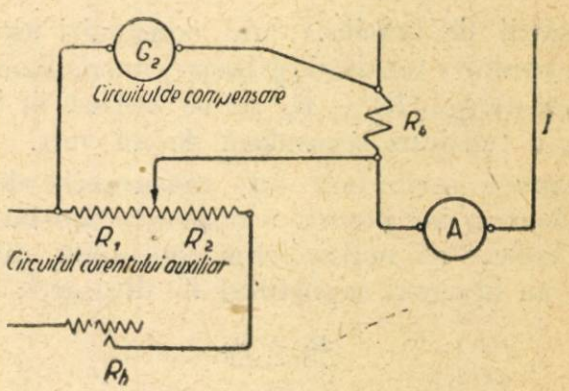


Fig. 3. Etalonarea la compensator a unui ampermetru pentru circuit continuu.

Fig. 3 arată montajul de etalonare al unui ampermetru și fig. 4 al unui voltmetru.

In primul caz avem :

$$R_1 i = R_4 I$$

de unde

$$I = \frac{R_1}{R_4} i$$

sau

$$I = R_1 \frac{0{,}0001}{R_4}$$

sau

$$\boxed{I = R_1 C_1}$$

unde

$$C_1 = \frac{0{,}0001}{R_4}.$$

In cazul etalonării unui voltmetru (fig. 4).

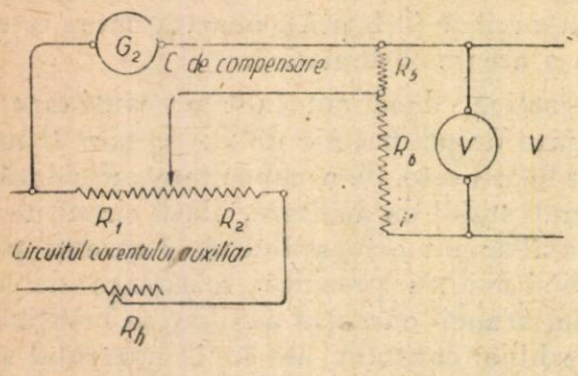


Fig. 4. Etalonarea la compensator a unui voltmetru pentru curent continuu.

avem :

$$R_1 \cdot i = R_5 \cdot i' = R_5 \frac{V}{R_5 + R_6}$$

de unde

$$V = R_1 \frac{i\,(R_5 + R_6)}{R_5}$$

sau

$$\boxed{V = R_1 C_2}$$

C_1 și C_2 fiind în general puteri întregi ale lui zece, citirea valorii reale a intensității I și a tensiunii V se face de fapt direct pe compensator.

Grupul de rezistențe R_5, R_6 constitue un „divizor de tensiune“ cu raportul :

$$\frac{R_5}{R_5 + R_6}.$$

Divizorii de tensiune sunt construiți așa în cât pentru anumite tensiuni (primare) normalizate, aplicate rezistenței $R_5 + R_6$ să se obțină la bornele lui R_5, o tensiune secundară de un volt.

Tensiunea secundară este măsurabilă direct la compensator, iar pentru a cunoaște tensiunea primară, trebue să multiplicăm tensiunea măsurată direct, cu inversul raportului de divizare :

$$\frac{R_5 + R_6}{R_5}$$

ETALONAREA WATTMETRELOR LA COMPENSATOR

In cazul etalonării unui wattmetru la compensator sunt îndeobște cunoscute două metode :

a) *Metoda de etalonare cu un singur compensator și un galvanometru.* In fig. 5 se schițează montajul la care conduce această metodă.

In această schemă am presupus că dispunem de o decadă de temperatură. In caz contrar, montajul este mai simplu, dar manipularea, este mai anevoioasă, durata etalonării este mai mare și mai cu seamă preciziunea este mai mică.

Comutatorul C în poz. *1* : se face reglajul curentului auxiliar la valoarea obișnuită 0,1 mA, prin reglarea decadei de temperatură la valoarea în ohmi corespunzătoare forței electromotoare efective a elementului Weston.

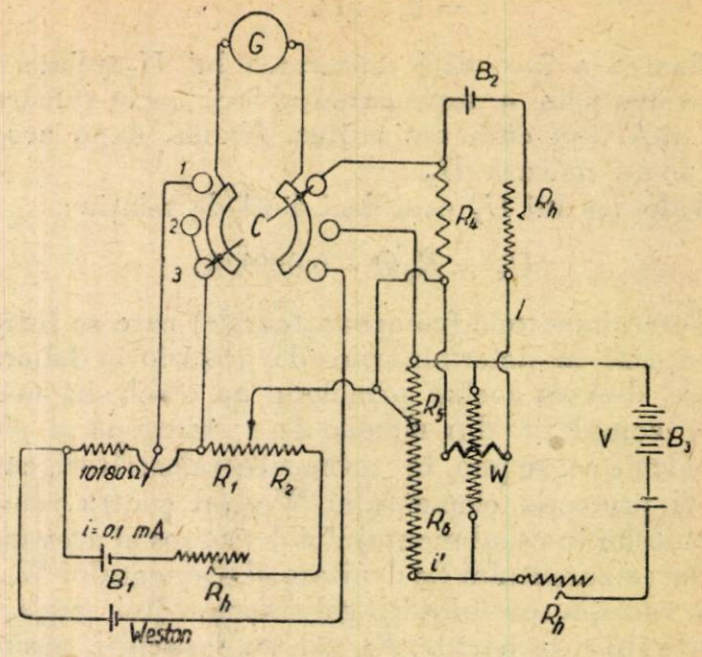


Fig. 5. Etalonarea unui wattmetru în curent continuu prin metoda compensatorului cu un compensator și un galvanometru.

Comutatorul C în poziția *2* : se citește la compensator tensiunea secundară a divizorului de tensiune și avem, pentru tensiunea totală aplicată wattmetrului, cum am văzut :

$$V = R_1 C_2.$$

Comutatorul C în poziția *3* : se citește la compensator intensitatea curentului :

$$I = R_1 C_1,$$

C fiind o constantă egală cu o putere întreagă a lui zece. Avantajul metodei stă numai în faptul că aparatura este redusă.

Inconvenientul principal al metodei constă în nesimultaneitatea citirii tensiunii și a intensității (admițând că intensitatea curentului auxiliar se menține, ceeace este poate cazul în practică—destul de bine [1]).

b) *Metoda de etalonare a wattmetrelor electrodinamice în curent continuu, cu două compensatoare și două galvanometre.* Dacă dispunem de aceste aparate, putem citi *simultan* tensiunea și intensitatea curentului la wattmetru și cu aceasta precizia este mult sporită și durata etalonării este simțitor redusă.

„Compensatorul de tensiune”, adică compensatorul corespunzător circuitului de tensiune este mai simplu, neavând curent pentru circuit auxiliar, baterie, reostat de reglaj al acestuia, ci numai rezis-

[1]) Trebue să menționăm că în fig. 5 nu s'a prevăzut schimbătorul de sens atât al curentului cât și al tensiunii la wattmetru pentru a elimina efectul câmpului magnetic terestru.

tențele în decade, un element Weston normal și galvanometru.

In fig. 6 reproducem schema unui asemenea compensator simplificat, numit obișnuit potențiometru în trepte [2]).

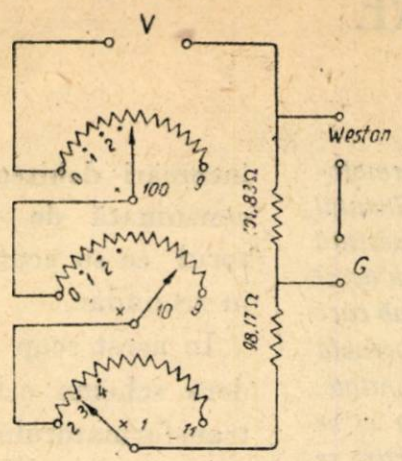


Fig. 6. Schema unui potențiometru în trepte.

Acest tip de compensator are marele avantaj de a fi general, adaptabil oricărei tensiuni (în fig. 6, până la 1000 V).

El poate fi construit cu un dispozitiv de reglaj al rezistenței de 101,83 Ω în conformitate cu temperatura de lucru, care nu este întotdeauna + 20°C.

Cu un asemenea compensator se pot măsura tensiuni cu o aproximație de ± 1 volt, ceea ce este desigur nesatisfăcător, ca precizie, chiar pentru scopuri industriale.

Adevărata funcțiune a acestui „potențiometru în trepte" *este să vegheze la menținerea constantă — și riguros constantă* — a unei tensiuni prestabilite, *exprimată printr'un număr întreg de volți.*

Exte problema ce se pune la etalonarea wattmetrelor unde tensiunea aplicată acestora tinde a se normaliza la valorile : 30 V, 60 V, 90 V, etc.

Cele ce preced sunt lucruri bine cunoscute de oamenii de laborator care s'au specializat în etalonări de instrumente de măsurat electrice.

Colectivul Laboratorului Etaloanelor de Electricitate din Institutul de Metrologie al Comitetului de Stat pentru Tehnică și-a pus problema de a mări precizia etalonării wattmetrelor prin citiri simultane ale tensiunii și ale curentului folosind două galvanometre, un singur compensator și un divizor de tensiune adaptat special pentru tensiunile constante normalizate la wattmetre : 30 V 60 V 90 V 120 V 150 V 220 V 300 V 440 V 600 V, divizor care s'a proiectat și se construește de acest colectiv. Montajul care decurge din această metodă de lucru, detaliile de construcție ale divizorului nou de tensiune preconizat, reglajul său pe forța electromotoare efectivă a elementului Weston în conformitate cu temperatura acestuia (temperatură ce se măsoară tot pe cale electrică), termostatarea divizorului de tensiune, citirea pe o scară cu două galvanometre și cu deosebire arătarea avantajelor acestor modificări de aparataj și metodă de lucru, vor forma obiectul părții a doua a acestei expuneri.

Bibliografie

2) *Vostrocnutov N. G.* : Tehnica măsurării mărimilor electrice și magnetice. Editura Tehnică, 1951.

★

ОПЫТЫ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ТОЧНОСТИ И ПО УМЕНЬШЕНИЮ ВРЕМЕНИ ЭТАЛОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ВАТТМЕТРОВ ПРИ ПОМОЩИ КОМПЕНСАТОРА

Резюме

Метрологический Институт Государственного Технического Комитета, между другими обязанностями, должен также сохранять и распределять единицы мер.

Процесс перехода от электрических эталонов на промышленные аппараты, в первую очередь заключает в себе эталонирование ватметров.

Улучшение методов работы, увеличивая точность и уменьшая время эталонирования, служили отправными точками по вопросу рассматриваемому в этой статье.

★

CÂTEVA CONSIDERAȚII ÎN LEGĂTURĂ CU ÎNCERCAREA DE SCURTCIRCUIT LA TRANSFORMATORII DE MARE PUTERE

Ing. ANGHEL VASILESCU

Funcționarea în scurtcircuit a transformotorului este caracterizată prin anularea fluxului din fierul activ, ceeace are drept consecință anularea curentului de magnetizare. Din acest motiv s'ar crede că factorul de putere sub care se debitează puterea consumată la această încercare ar fi foarte aproape de unitate. Se arată că realitatea nu este aceasta și se deduce o formulă foarte simplă prin care se obține valoarea factorului de putere sub care lucrează generatorul care alimentează transformatorul în scurtcircuit.

Se ştie că funcţionarea unei mașini electrice este determinată prin cunoașterea a două situații. Situația la mers în gol și situația la scurtcircuit.

Din cunoașterea acestor date caracteristice se deduc toate situațiile intermediare care intervin în funcționarea mașinii electrice.

Transformatorii, ca mașini statice, sunt caracterizate prin randamente bune, randamente care au valori cu atât mai ridicate, cu cât puterea acestora este mai mare.

Pentru executarea încercărilor de mers în gol și scurtcircuit, sunt necesare puteri active foarte mici și anume câteva procente din puterea transformatorului. Factorul de putere sub care generatorul bancului de încercări, debitează puterea necesară efectuării încercărilor, având valori mici, acest alternator va trebui să fie astfel dimensionat, încât să poată da puterea aparentă necesară.

In cazul încercărilor de mers în gol când ca putere efectivă se consumă numai pierderile în fier, iar ca putere reactivă produsul dintre tensiunea nominală și curentul de magnetizare, determinarea factorului de putere, respectiv a puterii aparente este simplă.

In cazul încercării de scurtcircuit, când puterea consumată servește numai la acoperirea pierderilor ohmice, înclinăm să credem că puterea aparentă pe care trebue să o debiteze alternatorul bancului de încercări, nu diferă mult de puterea efectivă consumată de transformator, adică de pierderile sale ohmice.

Realitatea este cu totul alta.

Ținând seamă de aceasta și de faptul că în ultimul timp s'au executat transformatori de mare putere, cu care ocazie s'au ivit discuții între tehnicienii noștri, în legătură cu executarea încercărilor de scurtcircuit, ne propunem să prezentăm o analiză a fenomenelor, cu care ocazie vom deduce o formulă foarte ușor de memorat, prin care să se determine foarte simplu și foarte repede, factorul de putere sub care alternatorul bancului de încercări debitează puterea consumată de transformatorul ce se scurtcircuitează în secundar.

In acest scop vom considera schema echivalentă a transformatorului așa cum aceasta este redată în fig. 1.

Notând cu E_1 tensiunea pe fază aplicată primarului transformatorului, rezultă în baza legilor lui Ohm și Kirchoff:

$$I_1 = \frac{E_1}{z_1 + \frac{(z_2 + z_n).z}{z_2 + z_n + z}} \qquad (1)$$

In cazul probei de scurtcircuit $z_n = 0$;

$$I_1 = I_n$$

și

$$E_1 = \varepsilon\, E_n$$

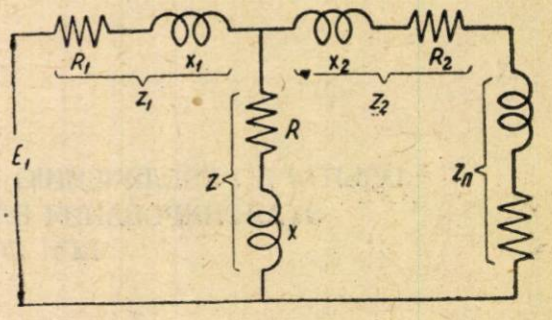


Fig. 1. Schema echivalentă.

Literele din fig. 1 au următoarele semnificații:

R_1 rezistența ohmică a bobinajului primar;

R_2 rezistența ohmică a bobinajului secundar;

x_1 reactanța bobinajului primar;

x_2 reactanța bobinajului secundar;

R rezistența echivalentă pierderilor în fierul activ al transformatorului;

x reactanța de lucru a transformatorului;

z_1 impedanță circuitului primar;

z_2 impedanță circuitului secundar;

z_n impedanță consumatorului racordat pe secundar;

z_0 impedanță la mers în gol $= z_1 + z$;

z_k impedanță la scurtcircuit.

unde ε reprezintă tensiunea de scurt circuit în %.

In acest caz expresia (1) devine:

$$In = \frac{\varepsilon\, E_1}{z_1 + \frac{z_2 . z_n}{z_2 + z}} = \frac{\varepsilon\, E_1}{z_1 + \frac{z}{1 + \frac{z}{z_2}}} \qquad (2)$$

Notând cu σ_1 respectiv σ_2 coeficientul de scăpări al bobinajului primar respectiv secundar, se obține :

$$\sigma_1 = \frac{z_1}{z} \text{ și } \sigma_2 = \frac{z_2}{z} . \quad (3)$$

Așa că expresia (2) devine :

$$I_n = \frac{\varepsilon\ E_1}{z_1 + \frac{z}{1 + \frac{1}{\sigma_2}}} = \frac{\varepsilon\ E_1}{z_1 + \frac{\sigma_2 \cdot z}{\sigma_2 + 1}} . \quad (2')$$

σ_1 și σ_2 au practic valori mici, mult mai mici decât unitatea, așa că σ_2 se poate neglija față de 1, iar expresia (2') capătă forma definitivă

$$I_n = \frac{\varepsilon\ E_1}{z_1 + \sigma_2 \cdot z} . \quad (4)$$

Inlocuind valoarea lui z_1 din expresia (4) prin ace a rezultată din formula (3) se obține :

$$I_n = \frac{\varepsilon \cdot E_1}{z \cdot (\sigma_1 + \sigma_2)} . \quad (4')$$

Notând cu N_{sc} puterea de scurtcircuit consumată de o fază se obține :

$$N_{sc} = I_n\ U_{sc} \cos \varphi_k = In \cdot \varepsilon \cdot E_1 \cos \varphi_k . \quad (5)$$

Știind că (6) $I_n = \frac{E_1}{z}$ și înmulțind această expresie cu E_1 se obține :

$$I_n\ E_1 = \frac{E_1^2}{z} = N_n \text{ (pentru 1 fază).} \quad (6)$$

Notând cu η raportul dintre pierderile ohmice ale transformatorului și puterea nominală a acestuia în kVA, obținem :

$$\eta = \frac{N_{sc}}{N_n} . \quad (7)$$

Eliminând acum pe N_n între ecuațiile (6) și (7) se obține :

$$\frac{E_1^2}{z} = \frac{N_{sc}}{\eta} . \quad (7')$$

Inlocuind în expresia (7') valoarea lui N_{sc} obținută din ecuația (5) se obține :

$$\frac{E_1^2}{z} = I_n \cdot \varepsilon \cdot E_1 \cos \varphi_k . \quad (8)$$

De unde rezultă :

$$\cos \varphi_k = \frac{\eta}{z} \cdot \frac{E_1}{I_n \cdot \varepsilon} . \quad (8')$$

Inlocuind acum în expresia (8') pe I_n cu valoarea lui dată de formula (4') se obține :

$$\cos \varphi_k = \frac{\eta}{\varepsilon^2} (\sigma_1 + \sigma_2) = \frac{\eta}{\varepsilon^2} \sigma . \quad (9)$$

Dacă se ține seamă de faptul că la transformatorii de mare putere coeficientul de scăpări în procente este puțin diferit de tensiunea de scurtcircuit tot în procente se obține ca rezultat definitiv :

$$\cos \varphi_k = \frac{\eta}{\varepsilon} . \quad (10)$$

Se știe că prin σ coeficientul de scăpări se notează raportul reactanțelor, iar noi, în formula (3) am notat raportul impedanțelor.

Eroarea comisă este însă admisibilă, deoarece la transformatorii de mare putere, rezistența ohmică a bobinajului este mult mai mică decât reactanța acestora.

Tot ca aproximație introdusă în demonstrația noastră se mai poate considera și aceea prin înlocuirea în expresia (9) a sumei $\sigma_1 + \sigma_2$ prin σ, adică omițându-se produsul $\sigma_1\ \sigma_2$.

Și această aproximație este în mod practic folosită.

Avându-se în vedere că cu cât crește puterea transformatorului, crește tensiunea de scurtcircuit și în același timp prin creșterea randamentului scade procentul de pierderi ohmice, rezultă clar cât de oneros este factorul de putere al alternatorului care alimentează transformatorul de putere mare în timpul efectuării încercării de scurtcircuit.

★

НЕСКОЛЬКО ЗАМЕЧАНИЙ ПО ВОПРОСУ ИСПЫТАНИЯ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ У ОЧЕНЬ МОФНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Р е з ю м е

Раиота трансформатора в коротком замыкании характерна затуханием потока из активного железа, что влечет за собой затухание магнитного потока, Поэтому принято было считать, что коэфициент мощности распределения тока, израсходованного при этом испытании является весьма близким к единице.

В статье указано, что в действительности дело обстоит иначе и выведена простая формула для получения коэфициента мощности, при которой работает генератор, питающий, трансформатор в коротком замыкании.

★

ORGANIZAREA REPARAȚIEI RAPIDE A TRANSFORMATORILOR*)

Ing. B. I. ZAPOROJET și Ing. T. P. MUȘATOV

Chemarea participanților conferinței Unionale pentru reparații rapide a utilajului, ridică problema înrădăcinării metodelor avansate de reparații rapide a utilajului nu numai la uzine electrice dar și pe rețele.

Dacă pe liniile de transmisie a energiei electrice efectuarea lucrărilor de reparație sub tensiune asigură aproape o completă folosire a utilajului în funcțiune, în ceea ce privește utilajul de bază al postului de transformare, efectuarea lucrărilor de reparații este legată de deconectarea și scoaterea lui din funcțiune.

Creșterea enormă a consumului de energie electrică și indicii ridicați ai coeficientului de siguranță în funcționare a transformatorilor de forță de fabricație națională, au condiționat o creștere însemnată a folosirii lor. Ca rezultat al acestui fapt într'un șir de cazuri toți transformatorii posturilor de transformare se găsesc în stare conectată. Din această cauză efectuarea reparației capitale a transformatorilor este legată de necesitatea de limitare a furnizării de energie electrică.

In astfel de cazuri aplicarea unei reparații rapide are o însemnătate exclusiv de importantă, însă în rețelele electrice ea nu a căpătat până acum o desvoltare cuvenită.

După propunerea autorilor a fost executată o reparație capitală a grupului de transformatori 110 kV, 31 500 kVA prin metoda rapidă.

Această lucrare a trebuit să fie efectuată, folosind turnul existent de la postul de transformare. Insă din cauza lipsei fazei de rezervă, pentru efectuarea reparației capitale era necesar să se deconecteze grupul de transformatori pentru un timp îndelungat, ceea ce se excludea din cauza unei supraîncărcări a transformatorului trifazic de aceeași putere, care rămânea în funcționare. Analiza graficului încărcării determină posibilitatea deconectării grupului ce trebue reparat pe teren de 30 ore inclusiv dumineca. Luând în considerare această împrejurare și acel fapt că grupa de transformatori din cauza folosirii unor garnituri de cauciuc de proastă calitate se găsea în stare de avarie, a fost luată hotărîrea să se efectueze pe rând reparația tuturor fazelor grupei prin metoda rapidă, câte o fază în fiecare duminecă la rând.

Examinarea detaliată a tuturor elementelor lucrărilor de reparație capitală a transformatorilor a dus la concluzia că cea mai mare reducere a timpului de reparație poate fi atinsă numai în contul lucrărilor de transportare a fazei de pe fundație în atelier și înapoi pe fundație.

Nerepararea transformatorului în atelier cu efectuarea întregului volum al lucrărilor direct la locul de instalare al transformatorului, fără ridicarea lui de pe fundație, poate da o reducere esențială a timpului și cheltuelilor de muncă pentru reparație.

Practica efectuării în decurs de câțiva ani a reparațiilor capitale a transformatorilor de forță confirmă cu evidență lipsa necesității de scoatere a miezurilor. Ca regulă, volumul reparației părții demontabile a transformatorilor care se găsesc în condiții normale de exploatare, se limita la examinarea, verificarea contactelor și izolației șuruburilor de strângere, ștergerea și spălarea cu ulei, ceea ce putea fi efectuat cu succes fără scoaterea miezului din carcasa transformatorului. Intru cât gabaritele interioare a tra sformatorilor obișnuiți de 110 kV permit unui singur montier să examineze și să verifice liber partea demontabilă în carcasa transformatorului, s'a hotărît să se efectueze reparația capitală a grupului de transformatori de forță la locul lor de instalare pe fundație.

Indeplinirea într'un termen scurt a lucrărilor de reparații însemnate ca volum, a necesitat elaborarea unor altor măsuri tehnico-organizatorice, de cât cele prevăzute în cazul unei revizii obișnuite în turnul de transformatori. De exemplu : pentru înlocuirea garniturilor de sub capac și sub ansamblul de gabarit al carcasei, din cauza imposibilităților de a se așeza deasupra orișice fel de scripeți, macarale, etc., a fost elaborat un dispozitiv special pentru ridicarea lor de pe pământ. care consta din patru cricuri cilindrice prelungite fiecare cu o țeavă în diametru de 102/114 mm cu o lungime suficientă pentru ridicarea capacului cu 150—200 mm (fig. 1).

Pentru înlocuirea garniturilor de sub radiatoare au fost fabricate și folosite console care au dat posibilitatea de a efectua instalarea noilor garnituri din plută, fără lansarea radiatorului pe pământ.

Reparația fazelor s'a executat în ordinea următoare :

Grupa de transformatori se deconecta din rețea și se dădea în primire brigăzii de reparație în ajun de duminecă, după trecerea încărcării maxime de seară, dela ora zero. Sarcinile brigăzii de reparație erau : *a*) să deconecteze toate legăturile dela bornele 110—35—6 kV ; *b*) să pună în funcțiune pompele pentru scurgerea uleiului din transformatori ; *c*) să deșurubeze șuruburile de pe flanșele izolatoarelor de 110—35—6 kV pe de capacul și ansamblul de gabarit al carcasei transformatorului.

*) Din revista „Electriceschie Stanții", 5 (1951) 32.

Spre ora 7 dimineața, după îndeplinirea acestor lucrări, începea lucrul altor trei brigăzi cu sarcini determinate pentru fiecare din ele.

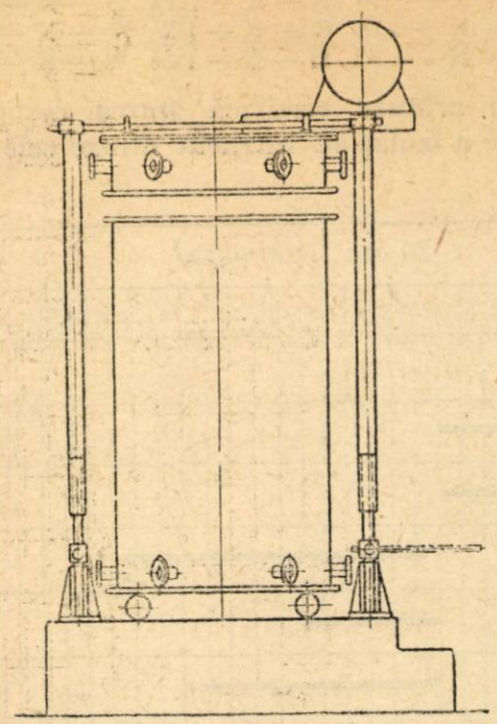


Fig. 1. Folosirea cricurilor cu șurub prevăzute cu prelungitoare din țevi de oțel pentru ridicarea de pe pământ a capacului asamblat al transformatorului, pentru înlocuirea garniturilor.

Sarcina primei brigăzi : să deconecteze radiatoarele pentru posibilitatea ridicării ansamblului de gabarit și să desfacă toate robinetele radiatoarelor pentru înlocuirea cauciucului descompus, cu garnituri de plută.

Sarcina brigărzii a doua : să scoată bornele de 110—35—6 kV pentru completa lor demontare, spălare și o reamperare parțială, să le strângă din nou și să le monteze pe transformator.

Sarcina brigăzii a treia : să instaleze dispozitive, să ridice separat, iar apoi să coboare ansamblul de gabarit și capacul cu înlocuirea cauciucului descompus printr'o garnitură de plută, să așeze și să strângă șuruburile.

Posibilitatea deformării sau deplasării capacului în timpul ridicării lui era exclusă prin instalarea, din patru părți în orificiile pentru șuruburi, a unor dispozitive speciale pentru ghidare.

Lucrările se terminau în aproximativ 14 ore, în timpul cărora puteau nimeri în transformatori diferite obiecte străine, și maistrul pentru reparația transformatoarelor se lăsa în interiorul transformatorrului prin trapa de sus din capacul transformatorului, cu scopul de a efectua o examinare completă a lui, inclusiv verificarea stării izolării și fixării înfășurărilor, comutatorilor, ramificațiilor, etc. Tot el efectua ștergerea cu o țesătură curată a înfășurărilor și oțelului transformatorului și o spălare completă a miezului și înfășurării, cu uleiul dela pompă. Această lucrare, în cazul unei stări normale a transformatorului ia circa două ore. Luminarea în interiorul transformatorului se realiza cu ajutorul unui bec portativ de 12 V. Pentru apărarea de stropi și picăturile de ulei a acelui care lucrează este nevoie de un costum special.

La una din fazele transformatorului, izolația a două șuruburi de strângere s'a dovedit complet distrusă, ceea ce a necesitat scoaterea piuliților șuruburilor de strângere, ștergerea de murdărie a șaibelor și restabilirea izolației pe șuruburi în locul ieșirii lor din oțel. In cazul de față, înrăutățirea izolației a fost provocată de uscarea izolației șurubului, drept rezultat al căruia fapt s'a micșorat lungimea tubului de izolare și s'a format un joc între el și șaibă. In joc poate pătrunde șlamul, ceea ce provoacă reducerea rezistenței până la zero.

In legătură cu incomoditatea de lucru în carcasă, durata examinării, reparația izolației, șuruburilor de strângere și spălarea miezului s'a mărit la această fază până la 5 ore. Totuși, către sfârșitul celor 24 ore de lucru, lucrările de examinare a părții interioare au fost terminate. Tot către acest termen au fost montate bornele de 110—35—6 kV și radiatoarele, iar transformatorul a fost predat laboratorului electric pentru efectuarea încercărilor.

Afară de înlăturarea distrugerilor din izolația șuruburilor de strângere, a mai fost necesară la o fază curățirea contactelor comutatorului ramificațiilor instalate pe partea de 35 kV, din cauza arderii lor, ceea ce a fost deasemenea efectuat cu succes în interiorul transformatorului.

In timpul reparației celor trei faze indicate, lucrările de umplere cu ulei a fiecărei faze a transformatorului, montarea plumbului și curățirea completă a locului de muncă se termină către ora 6 dimineața a zilei următoare și către ora 7, adică spre momentul creșterii încărcăturii consumatorilor (după dumineca) grupul de transformatori se conectează la rețea.

In acest mod, durata completă de nefuncționare a grupei de transformatori, dela momentul deconectării și până la momentul conectării în rețea, a alcătuit în medie pentru trei faze 31 ore. Efectuarea unei asemenea lucrări cu condiția scoaterii fazei de pe fundație și transportarea în turnul de transformatori, va necesita un timp mult mai mare; astfel, „Instrucția pentru exploatarea transformatorilor de forță" (Gosenergoizdat, a, 1946), determină durata reparației unei faze cu puterea dela 5—600 kVA și mai mult, la 172—120 ore. Prin urmare, în cazul unei reparații rapide pe fundație, durata reparației se reduce la jumătate sau chiar mai puțin, iar în același timp se reduc în mod important și cheltuelile de manoperă, se suprimă lucrările pentru demontarea și instalarea la loc pe fundație a fazei, lucrările asupra demontării complete a radiatoarelor și amplificatoarelor, transportării transformatorului în și din atelier.

Reparația a trei faze a grupului de transformatori a ocupat trei dumineci și s'a efectuat în conformitate cu graficul alcătuit al organizării lucrărilor (fig. 2).

Lucrările pentru reparația fazelor au fost efectuate în August-Septembrie, iar reparația ultimei faze ca număr s'a complicat prin înrăutățirea timpului (o ploaie mică).

Din această cauză, pentru cazul posibilității unei modificări brusce a temperaturii, este necesar să se aibă la locul de efectuare a lucrărilor o prelată de calitate bună, suficientă ca dimensiune.

Experiența lucrărilor în epoca de restabilire arată că în cazurile când umezeala nu pătrunde direct pe partea demontată, umezirea izolației în cazul unei lipse complete a uleiului în rezervorul transformatorului, nu se produce timp destul de îndelungat, ceeace poate fi explicat prin prezența pe izolație a unei pelicule de ulei care împiedică umezirea ei.

s'a obținut următoarele relații ale capacităților la o temperatură a uleiului de 40°C:

Faza A:	*Faza B:*	*Faza C:*
B — K — 1,26	B — K — 1,14	B — K — 1,07
C — K — 1,24	C — K — 1,2	C — K — 1,12
H — K — 1,33	H — K — 1,25	H — K — 1,1

Datele arătate certifică starea complet satisfăcătoare a izolației, întrucât dintre cele mai com-

Nr de ord	Denumirea lucrărilor	Munca cheltuită omoră
1	Decontarea grupului dela rețea, admiterea la reparația fazei	—
2	Desfacerea plumbului dela izolatori, deșurubarea șuruburilor capacului și ansamblului de gabarit	18
3	Scurgerea uleiului din fază	6
4	Purificarea uleiului într'un rezervor separat	13
5	Înlocuirea garniturilor la radiatoare și fixarea la carcasă	24
6	Demontarea, spălarea, înlocuirea garniturilor și montarea la loc a izolatorilor de 110-35-6 kV	33
7	Instalarea dispozitivelor pentru ridicarea capacului și ansamblului de gabarit	16
8	Ridicarea și înlocuirea garniturilor sub ansamblul de gabarit, așezarea și strângerea șuruburilor	9
9	Fixarea radiatoarelor la ansamblul de gabarit	22
10	Ridicarea și înlocuirea garniturilor sub capac, așezarea și strângerea șuruburilor	9
11	Examinarea interioară a fazei ștergerea, spălarea, verificarea izolației șuruburilor	10
12	Încercarea fazei la laboratorul de electricitate	4
13	Pomperea uleiului în fază	9
14	Strângerea dispozitivelor pentru ridicarea capacului și ansamblului de gabarit	8
15	Legarea plumburilor la izolatorii de 110-35-6 kV	4
16	Curățirea locului de lucru	2
17	Predarea lucrării și conectarea grupului de rețea	—

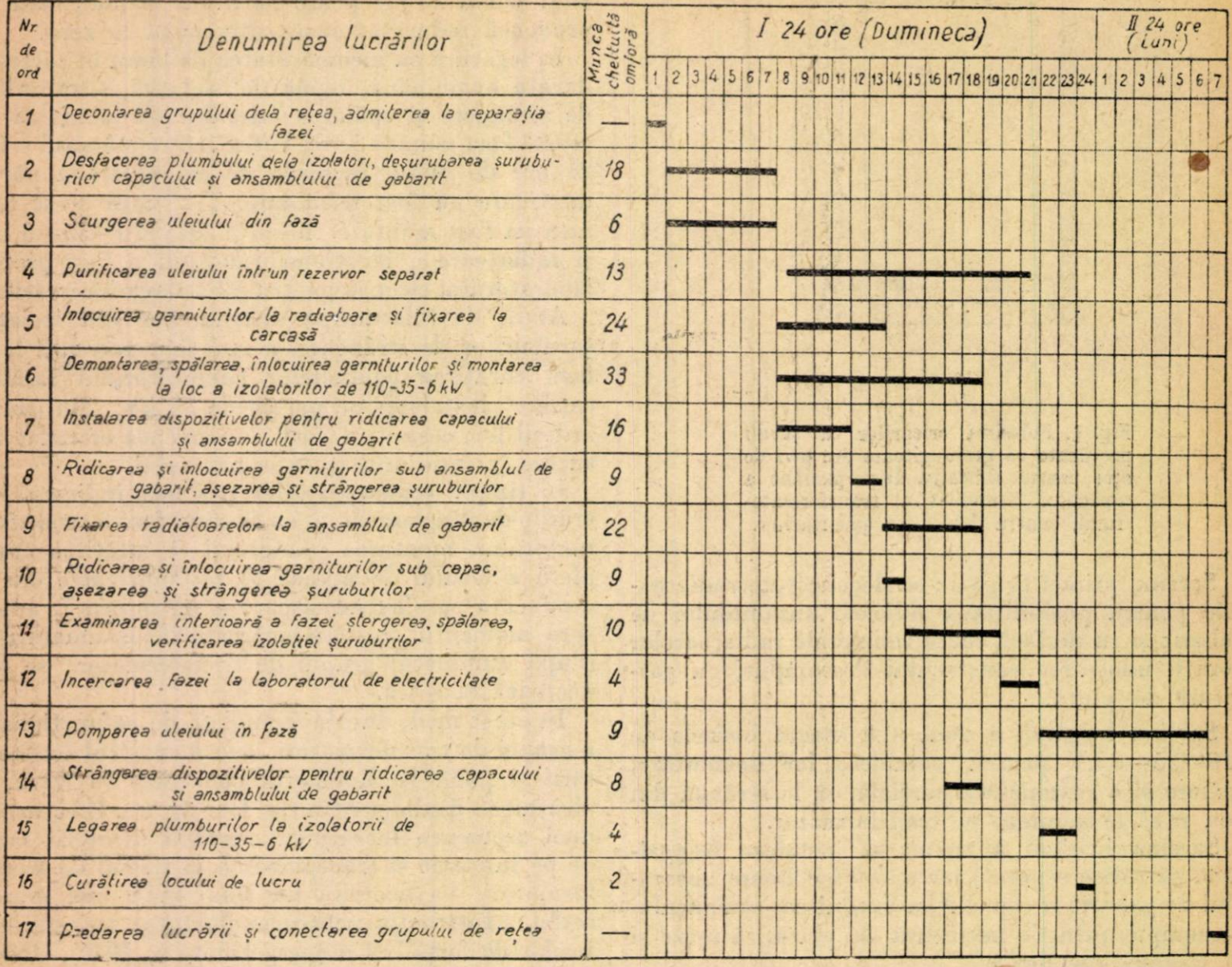


Fig. 2. Graficul organizării reparațiilor rapide pe fundație a unui transformator monofazic de 10,5 mii kVA dintr'o grupă de transformatori de 31,5 mii kVA.

In cazuri izolate, în cazul unui timp deosebit de rău, poate fi folosită recomandarea T.N.I.E.L.*), despre protecția înfășurărilor mașinilor contra umezirii, pe calea încălzirii lor la 8—10°C peste temperatura mediului înconjurător [1]).

Pentru izolarea transformatorilor, aceasta este ușor de rezolvat prin metoda pierderilor în carcasă, așezând înfășurarea numai în partea de jos a cuvei.

Intrucât în cazul de față reparația a fost efectuată pe un timp bun și durata, cât izolația s'a găsit fără ulei, nu a întrecut 24 ore, încălzirea suplimentară nu s'a efectuat.

Starea izolației înfășurărilor a celor trei faze după reparație a fost verificată cu aparatul P. K. V. și

*) Inst. Științific Central de Electricitate

plete date experimentale ale lui „Lenenergo" **) reiese că la temperatura de 40°C, izolația care are o relație a capacităților mai mare de 1,6 se rebutează și se consideră umezită.

CONCLUZII

1. Reparația rapidă a transformatorilor puternici de forță constă în reparația lor la locul de instalare, adică pe fundație, ceea ce dă o micșorare a cheltuielilor de manoperă și o reducere a timpului de nefuncționare a utilajului mai mult de două ori față de metodele obișnuite de reparație în turnul de transformatori.

2. In stadiul actual de fabricație a transformatorilor puternici, reparația lor capitală, pe fundație și în cazuri urgente, este posibilă fără ridicarea părților demontabile. In acest caz sunt realizabile

cerințele cap. VIII din „Instrucția pentru exploatarea transformatorilor de forță".

3. Trebue clarificată posibilitatea fabricării transformatorilor puternici de forță cu desfacerea cuvei lângă fundul transformatorului, ceea ce va simplifica în mod însemnat problema reparației lor la locul de instalație pe fundație.

Prin instalarea la postul de transformare a unor astfel de transformatori, este posibil să cadă necesitatea construirii turnului de transformatori cu mecanisme de ridicare ce costă scump, și care se folosește odată la șapte ani, în perioada reparației transformatorului.

Practica arată că la posturile de transformare, de regulă, se efectuează reparații capitale în volumul examinării și verificării stării interioare a oțelului și înfășurărilor transformatorului, iar în cazul defectărilor părții demontabile, transformatorul se repară independent de puterea lui, la uzina de reparații a sistemului energetic.

Bibliografie

**) *Zvedkin. N. V.* : Practica folosirii aparatului pentru controlul umidității înfășurărilor transformatorilor la Lenenergo, „Electriceschie Stanții", 8 (1950).

1) *Lebedev B. P.* : Despre prevenirea umezirii izolației mașinilor electrice, „Electriceschie Stanții", 4 (1949).

★

MĂSURAREA CURENȚILOR DE PUNERE LA PĂMÂNT IN REȚELELE DE 6 — 10 kV CU NEUTRUL IZOLAT

Ing. M. A. LOMONOSOV și Ing. A. I. ROSENTAL

Pentru exploatarea corectă a rețelelor electrice cu neutrul izolat trebue neapărat să cunoaștem valoarea curentului de punere monofazică la pământ. Această valoare este necesară, de exemplu, pentru calculul dispozitivelor de punere la pământ, pentru stabilirea reglajului releelor de protecție și altele. El poate fi determinat prin calcul, cu ajutorul capacităților parțiale și a lungimii liniilor de cabluri.

Totuși, capacitățile cablurilor, fabricate de către diverse fabrici, dealungul anilor, diferă una de alta, iar lungimile liniilor de cablu nu sunt totdeauna cunoscute cu destulă exactitate, în exploatare. De aceea valoarea curenților de punere la pământ, obținută din calcul, se poate deosebi simțitor de cea reală.

Măsurarea directă a curentului de punere la pământ prin legarea intenționată la pământ a unei faze, dă rezultate mai exacte; legarea la pământ se poate face fie direct, fie printr'o rezistență, recalculându-se ulterior valorile obținute după metoda propusă de prof. L. I. Sirotinski. Ultima metodă prezintă mai multă siguranță și din această cauză este mai acceptabilă în exploatare.

După propunerea candidatului în științele tehnice V. V. Gusev (Inst. Electrotehnic din Harcov) legarea la pământ se făcea printr'o rezistență ohmică, ceea ce a simplificat întrucâtva măsurătoarea și metoda de calculare. Deși în literatura tehnică, această metodă este cunoscută de mult, ea n'a fost practic întrebuințată până astăzi, în sistemele energetice.

Drept rezistențe au fost întrebuințate rezistențele parafulgerelor Bendmann. Prin schimbarea legăturilor secțiilor s'au obținut rezistențele 220, 330 și 660 ohmi. După cum au arătat măsurătorile în rețelele cu un curent de punere la pământ de ordinul 40 A, este suficient să ne limităm la o legare la pământ prin rezistențe de 220 și 330 ohmi. Rezultatele măsurătorilor au fost de o exactitate suficientă, satisfăcând cerințele exploatării. Sunt date mai jos schemele și formulele principale :

Valoarea capacității parțiale a rețelei (capacitatea unei faze noi de pământ) este egală cu :

$$C_0 = \frac{I_R}{3\,U_{c\omega}}, \qquad (1)$$

unde : C_0 capacitatea parțială, parafi ;

I_R curentul de putere la pământ, care trece prin rezistență în amperi ;

U_0 tensiunea de deplasare a punctului neutru al tensiunilor stelate, în raport cu pământul în volți ;

ω viteza unghiulară egală cu $2\,\pi f$.

La încercări se măsoară valorile I_R U_0 și f.

Aparatele de măsură se leagă după schema din fig. 1.

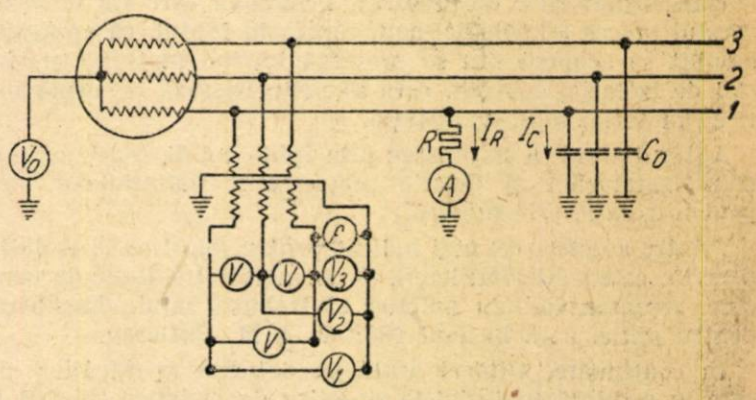


Fig. 1.

Tensiunea de deplasare U_0 poate fi măsurată fie direct, fie prin construcția diagramei vectoriale, cu

valorile tensiunilor pe fază și a celor compuse, (fig. 2).

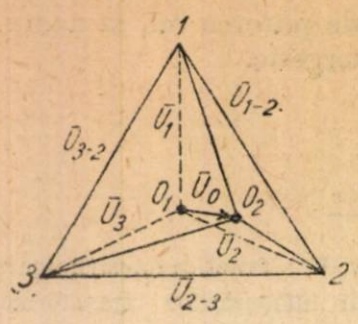


Fig. 2

Cu ajutorul valorii găsite pentru capacitatea parțială C_0 nu este greu să dete mînăm valoarea căutată a curentului de punere monofazică la pământ.

$$I_R = 3\ U_1\ C_0\omega \qquad (2)$$

unde: I_R curentul de punere monofazică la pământ, în amperi;
U_1 tensiunea de faze până la punerea la pământ, în volți.

Pentru determinarea valorii lui U_0 se poate deasemenea folosi relația dată mai jos.

Deoarece rezistența R este pur chimică pentru diverse valori ale lui R, capătul vectorului $\overline{U_0}$ va descrie un cerc, de diametru egal cu vectorul $\overline{U}_1$ (fig. 3).
De aci

$$U_0 = \sqrt{\overline{U_1^2} - \overline{U_1'^2}}. \qquad (3)$$

În felul acesta pentru determinarea lui $\overline{U}_0$ este suficient să măsurăm valoarea tensiunilor pe fază U_1 și U_1'.

Dacă nu vrem să măsurăm valoarea curentului de punere la pământ, valoarea capacității parțiale C_0

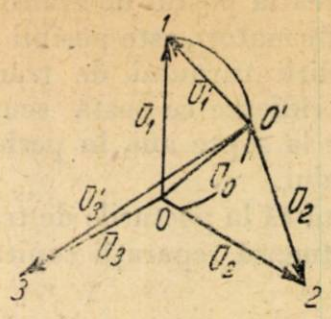


Fig. 3.

poate fi determinată din valorile lui U_0 U_1' și R din formulă:

$$C_0 = \frac{I_R}{3U_0\omega} = \frac{U_1}{U_0} \cdot \frac{1}{3R\omega} = \frac{1}{3R\omega}\sqrt{\frac{U_1^2}{U_0^2} - 1} \qquad (4)$$

de unde:

$$U_0 = \frac{U_1}{\sqrt{9C_0^2\omega^2 R^2 + 1}}.$$

Ultima formulă ne dă posibilitatea să stabilim valoarea deplasării probabile a stelei tensiunilor pe faze după valorile lui C_0 și R, determinând pe C_0 prin calcul, din parametri rețelelor de cabluri și aeriene.

NOTE • RECENZII

A. G. CRAIZ Ing.: *O izolație nouă a transformatorilor de măsură, uscați.* „Electricestvo", 3 (1951), 81 — 83.

Transformatorii de măsură pentru tensiuni până la 15 000 V, se construiau fie uscați, fie montați în bacuri de metal sau porțelan, umplute cu lac compound, iar în unele cazuri cu ulei. Ca izolație compactă se întrebuințează hârtie impregnată, țesături lăcuite, etc.

Materialele sintetice noi apărute în ultima vreme au permis să se treacă la metode noi de fabricare și construcție a transformatorilor de măsurat. Principiul care stă la baza acestui proces tehnologic nou, constă în faptul, că aparatul montat se acoperă sau se presează într'un material artificial de izolație, omogen, care se polimerizează pe urmă într'un material solid de izolație.

Autorul arată în ce constau principiile noi de construcție a transformatorilor și descrie proprietățile materialelor noi pentru izolație prin presare.

Printre acestea, cel mai indicat pentru folosirea la izolație presată, este poliizobutilenul, — un material sintetic de cauciuc, reprezentând un polimer al izobutilenului, descoperit pentru prima oară în anul 1869 de A. M. Butlerov.

In continuare, autorul arată că datorită avantajelor pe care le prezintă materialele sintetice de izolație, ele vor fi întrebuințate nu numai pentru izolarea transformatorilor, ci și pentru alte aparate, cum ar fi bobinele de șoc, transformatorii pentru aparatele de radio etc.

Cercetările în curs de desfășurare în U. R. S. S. vor contribui la răspândirea largă a acestui fel de izolație în industrie.

SUBANOV M. N.; *Metoda de calculare a bobinelor de șoc pentru reglarea saturației pentru stabilizarea tensiunii redresorilor.* Electricestvo, 3 (1951), 48 — 53.

In diverse domenii ale tehnicii au dobândit o răspândire largă bobinele de șoc cu ajutorul cărora se reglează tensiunea. Avantajul principal al acestor bobine de șoc constă în faptul că ele realizează stabilirea tensiunii fără comutarea curentului activ în circuit. Prin aceasta se obține o siguranță deplină a funcționării dispozitivului de reglare.

Funcționarea bobinelor de șoc pentru reglarea tensiunii se bazează pe principiul variației rezistenței reactive a acestora, prin magnetizarea lor cu curent continuu.

După ce arată principiul de funcționare și de lucru al bobinei de șoc, autorul expune metoda de calculare a elementelor de forță a dispozitivului, constând în determinarea zonei de magnetizare a bobinei de șoc cu curent alternativ și a zonei de magnetizare cu curent continuu.

După determinarea datelor electrice a bobinei de șoc, se trece la calcularea construcției acesteia, la determinarea dimensiunilor și a numărului de spire ale bobinajului ei. Se arată condițiile pentru stabilirea relațiilor optime între dimensiunile bobinei, iar la sfârșit, se dă un exemplu practic pentru calcularea parametrilor principali și a construcției bobinei de șoc

KAZOVSKI E. IA.: *Procese tranzitorii în sistemele electrice care cuprind maşini rotative de curent alternativ.* Electricestvo, 2 (1951), 38—49.

In trecut, pentru orice montaj electric concret a fost necesar a se recurge la noi ecuaţii diferenţiale, ţinând seama de procesele tranzitorii ce se produc în maşini.

In prezentul articol, cu ajutorul unor ecuaţii complexe se descrie metoda proceselor tranzitorii ce se produc în sistemul care cuprinde maşinii rotative şi sarcini.

Deasemenea, sunt date exemple, arătând modul de aplicare preconizat, se descrie procesul de racordare a unei maşini asincrone într'un circuit alimentat de un generator de putere comensurabilă.

Autorul face un şir de observaţiuni, privind procesele tranzitorii în asemenea montaje, dând mai multe exemple de montaj. Deasemenea, descrie cum în teoria proceselor tranzitorii a maşinilor electrice fără colector, variabilele au primit o mare aplicare în transformările ecuaţiilor diferenţiale principale, în ce priveşte calculul axelor de rotaţie.

In continuare, autorul arată cum prin transformările adoptate, ecuaţiile diferenţiale cu coeficienţi periodici, devin ecuaţii diferenţiale cu coeficienţi constanţi.

Articolul conţine o schemă echivalentă unei maşinii sincrone, care lucrează cu o sarcină izolată, compusă din sarcina statică şi o maşină asincronă.

In expunerea sa, autorul se serveşte de tot felul de ecuaţii, pentru a determina valoarea elementelor ce iau naştere în procesele tranzitorii (curenţi, tensiuni, rezistenţe, etc.).

Pentru a exemplifica teoria proceselor tranzitorii, în sistemele electrice cuprinzând maşini rotative, autorul dă câteva cazuri de calcul, corespunzătoare montajului dat:

a) exemplu de calcul al curenţilor fazici în stator, în cazul racordării motorului asincron în circuit, printr'o capacitate;

b) exemplu de calcul al curenţilor, în cazul racordării motorului asincron, la un generator de putere comensurabilă, printr'un transformator.

Articolul cuprinde mai multe figuri, cu diferite montaje şi diagrame, obţinute în timpul experienţelor.

VILICIUR L. M., KAZAREAN N. S.: *Despre aplicarea sistemului doi conductori - pământul în condiţiunile de munte.* Electricestvo, 2 (1951), 76—78.

Autorii descriu studiile făcute asupra sistemelor de electrificare rurală care lucrează după schema „doi conductori-pământul". Scopul este de a determina funcţionarea acestor sisteme în terenuri stâncoase cu o conductibilitate electrică specifică redusă.

Pentru acest scop au fost alese reţele urbane de 6 kV tensiune, aşezate pe înălţimi de peste 1000 m deasupra mării. Punerile la pământ de regim au fost făcute în terenuri naturale şi executate sub forma de tuburi, adânc aşezate în pământ.

Pe baza rezultatelor obţinute şi a măsurilor executate, autorul descrie cum variaţiile rezistenţei de punere la pământ variază cu umiditatea pământului atât la substaţiile coborâtoare cât şi la cele ridicătoare de tensiune, mai mari sau mai mici de 30 kW fiecare.

Autorul face o comparaţie a investiţiilor necesare sistemului „doi conductori - pământul" şi a sistemului cu trei conductori.

Deasemenea arată limita de aplicare a sistemului „D. C. P.", în regiunile muntoase, prin alegerea cât mai judicioasă a locului, pentru amplasarea substaţiilor coborîtoare de tensiune.

Autorul face comparaţie între costul sistemului „D. C. — P"., şi cel cu trei conductori, în ce priveşte partea de construcţie, partea electrică şi varianta transmiterii de energie electrică, care cuprinde costul unei porţiuni de linie de o anumită lungime şi punerea la pământ la substaţiile coborîtoare de tensiune.

ZARIN D. D.: *Cauzele de amortizare automată a ionizării în cablurile acoperite cu gaze.* Electricestvo, 2 (1951).

Autorul descrie experienţele care arată cauzele de amortizare a ionizării, în cablurile acoperite cu gaze în timpul când au fost supuse acţiunii unei tensiuni înalte.

Faptul formării unui strat semiconductor pe suprafaţă, a condus pe autor la părerea, că principala cauză de amortizare a ionizării în aceste cabluri este acţiunea paralelă a suprafeţei hârtiei îmbibate, care cuprinde un strat subţire de gaz.

Se stabileşte legătura între creşterea gradientului de ionizare şi creşterea conductibilităţii suprafeţei, care cuprinde stratul de gaze intercalat, situat în interiorul izolaţiei cablului.

Experienţele au fost făcute, supunând cablurile numai acţiunii câmpului electric, care de fapt, singur produce efectul de amortizare a ionizării.

In experienţele sale, Zarin a căutat să stabilească dacă variaţiile gradientului de ionizare nu sunt rezultatul creşterii conductibilităţii suprafeţei cablului, acoperite cu un strat subţire de gaz. Experienţele au fost executate supunând modelele la acţiuni prelungite a tensiunii înalte, deasemenea şi la acţiuni de ionizare.

Autorul mai dă şi câteva formule pentru calculul gradientului al stratului de gaz, din care rezultă că gradientul iniţial după acţiunea de ionizare, creşte cu circa 30%.

REVISTA REVISTELOR

(ELECTRICESTVO)
Electricitatea
Nr. 6 Iunie 1951

Măreaţa victorie a poporului sovietic 3

Gorev A. A., Caplan V. V. şi *Nasatâri V. M.*: Contur oscilant de două frecvenţe, pentru încercarea întrerupătorilor supraputernici de înaltă tensiune, în ceeace priveşte capacitatea de debranşare 5

Trofimenko D. E.: Metoda analitică pentru determinarea limitei interioare a puterii într'un sistem cu două maşini 12

Conovalov N. I.: Cercetarea analitică a caracteristicelor unui motor asincron ţinându-se cont de saturaţie 16

Ştern G. M.: Motor asincron în scurtcircuit, cu inele duble pe rotor 21

Rezin M. G.: Particularităţile fenomenelor electromagnetice într'un motor cu stator cu arc 25

Bâcikov V. P.: Procese de tranziţie în sistemul generator-motor cu caracteristică mecanica limitativă a motorului 29

Barskii S. Z.: Cascada de maşini asincrone cu convertizor ionic 37

Petrov B. P.: Examinarea regulatorului vibrator de accelerare 47

Rafili S. S.: Analiza măsurilor cu ohmmetri de distanţă pe liniile de mare întindere 51

Carandeev C. B. şi *Zelicovskii Z. I.*: Scheme de mărări cu puncte 59

Din practica executării lucrărilor

Rojavskii S. M.: Despre unele metode de luptă contra murdăririi izolatorilor 64

Din istoria Electrotehnicei

Uzina hidro-electrică „Lenin" din Zemo-Avcial. La împlinirea a 25 ani dela vizita făcută de tov. Stalin la această uzină 66

Standarde şi norme

Andreeva O. A., Carandeev C. B., Cocian V. A. şi *Siniţân B. S.*: Despre condiţii tehnice pentru conductori din manganin 67

Şerenţiş A. N.: Chestiunea normării tensiunilor de încărcare şi de descărcare la transformatorii, aparate şi izolatorii pentru înaltă tensiune . . . 70

Discuţii

Măsuri tarifare în lupta pentru mărirea cos *Semin L. E.* Cu privire la chestiunea despre densitatea economică a curentului, *Mokritkii F. D.* Despre neraţionalitateau tilizării reţelelor închise parţial, *Cozlov V. A., Zarhin M. M.* şi *Medvedskii N. I.* 33

Insemnări şi scrisori

Cu privire la articolul lui Costenco M. P. „Modelul electrodinamic pentru cercetarea stabilităţii". . 44

Despre neajunsurile statisticii electrotraumatizmului. 55

Prin paginile revistelor tehnice

Influenţa barierelor asupra desvoltării descărcărilor electrice pe intervale lungi. Construcţia bobinajului de transformatori de rezistenţă mare la fulger. Teoria semiconductorilor electronice şi a diferitelor sisteme de semiconductori . . . 66

Cronica

Conferinţa-seminar privind introducerea tehnicei noi la căile ferate Prof. A. Ia. Riabkov. 85

Bibliografie

Ermolin N. P.: Cartea lui I. M. Piotrovskii „Maşini electrice" 87

Covarskii E. M., Murkes N. I. şi *Stupin A. A.*: Cartea lui L. M. Piotrovskii şi A. E. Palia, „Incercarea maşinelor electrice". 89

Rinkevici S. A.: Cartea lui D. P. Morozov „Baza mecanizmului de transmisie" 92

Cărţi noi de electricitate, electrotehnică şi electroenergetică 96

Nomograma pentru determinarea rezistenţei de punere la pământ a unei prize în bandă 98

TABLA DE MATERII PE ANUL 1951

EDITORIALE

Probleme de politică energetică pe care le ridică Planul de Electrificare în Planul Cincinal, **1** (1).

Electrificarea, factor de construire a comunismului în U. R. S. S., **2** (1).

Academicianul Serghei Ivanovici Vavilov, de acad. **prof. Eugen Bădărău. 3** (3),

Apelul Consiliului Mondial al Păcii, cu privire la încheierea unui pact al Păcii, **3** (1).

Laureaţii Premiului de Stat, **4** (1).

Ajutorul Uniunii Sovietice, factor hotărîtor în electrificarea ţării noastre, **4** (2).

Glorioasa aniversare a 30 de ani de luptă a Partidului, de **D. Simulescu,** Ministru Adjunct al Ministerului Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice, **5** (1).

Rezoluţia Congresului A. S. I. T., **6** (1).

23 August, **8** (1).

Salut «Scânteii», **8** (4).

A 34-a aniversare a Marii Revoluţii Socialiste din Octombrie, **10—11** (3).

A 50-a aniversare a tovarăşului Gh. Gheorghiu-Dej, **10—11** (7).

A 72-a aniversare a Marelui Stalin **12** (3).

ARTICOLE

A

Andrianov V. N.: Stabilitatea generatorului sincron acţionat la un motor eolian, lucrând pe o reţea la mare putere, **6** (29).

Antoniu I.: Funcţionarea aparatelor de măsură de inducţie într'un regim deformant, **8** (17).

Andronescu Plautius: Legăturile între curentul electric, potenţialul electric şi particulele de electricitate mobile, cu viteze constante, **7** (1), **9** (1).

Antoniu I., Budeanu C.: Asupra problemei măsurilor de puteri şi energie electrice în regim deformat, **1** (9).

B

Bădărău Eugen: Academicianul Serghei Ivanovici Vavilov, **3** (3).

Bădărău Eugen: Consideraţii asupra cercetărilor din domeniul descărcărilor electrice în gaze, **6** (34).

Berman A., Roth Al.: Incălzirea în industrie cu radiaţii infraroşii, **12** (16).

Borovoi A. A., Zaidel V. A.: Despre principalele reguli de construcţie rapidă a centralelor termoelectrice, **1** (29).

Budeanu C., Antoniu I.: Asupra problemei măsurilor de puteri şi energii electrice în regim deformat, **1** (9).

Budeanu C.: Aspecte tehnice ale fenomenelor reactive şi deformante, **2** (13).

Budeanu C.: Asupra rezistenţei undelor electromagnetice în spaţiul vid, **6** (3).

Burgsdorf V. V.: Protecţia sistemelor energetice contra supratensiunilor atmosferice. Prelucrare după «Electricestvo», de ing. M. Popa, **3** (35).

C

Cazarnovski L. S.: Progrese în producerea materialelor magnetice. Prelucrare după «Electricestvo», de ing. Popa, **3** (37).

Cloară Gh.: Determinarea puterii instalate la uzinele hidroelectrice, **2** (19).

Condaxe N.: Sistemul ungar «Kado» pentru electrificarea căilor ferate, **3** (12).

Condrea Sergiu: Telecomunicații cu curenți purtători pe liniile de înalta tensiune, **7** (14).
Constantinescu Emil: Influența vântului asupra conductorilor liniilor electrice aeriene din deschideri denivelate, **9** (27).
Constantinescu I.: Vectorul lui Umov — Poynting în curent continuu, **5** (8).
Corodeanu I.: Substații mobile pentru linii ferate electrice **1** (21).
Corodeanu I.: Considerații în legătură cu echivalența între unele linii electrice, **9** (21).
Cracicovski N. N.: Transportul energiei electrice prin sistemul bloc, **4** (31).
Cristescu G. D.: Un nou electrometru pentru mici diferențe de potențial și sarcini electrice, **10—11** (36).
Cristescu V.: Incercări de a mări precizia și de a reduce durata etalonării wattmetrelor electrodinamice, prin metoda compensatorului, **12** (26).

D

Damsker D., Șoneriu N.: Contribuții la stadiul dinamic i mecanismelor antrenate de electromotor, **6** (16).
Damsker D., Șoneriu N.: Interpretări fizico-matematice ale dinamicei unor mecanisme acționate electric, **7** (27).
Davidescu N.: Condensatorii electrolitici, **5** (20).
Davidescu N.: Condensatorii moderni, **6** (35).
Docea N.: Calculul practic al încălzirii și ventilației unui motor asincron, **3** (28).
Drăcea St.: O metodă grafică rapidă pentru calcularea liniilor de transport de energie, **10—11** (19).

F

Fichman L.: Desvoltarea surselor electrochimice de energi electrică în U. R. S. S., **5** (35).
Flondor I., Marinescu M.: Condensatorul electrodinamic **12** (9).

G

Geles Em.: Betatronul, **12** (20).
Golubev D. B.: Alegerea întreferului cel mai convenabil în circuitul magnetic al unei bobine, **5** (27).

H

Hortopan Gh.: Observații privind calculul secțiunii la o linie de transport de energie electrică, **6** (36).

I

Iacobson A.: Considerații asupra randamentului și construcției turbinelor cu gaze, **4** (24).
Iliescu T.: Exploatarea tehnică a condensatorilor turbinelor cu abur, **7** (7).
Ionescu Traian: Protecția stâlpilor metalici contra eforturilor longitudinale accidentale, **2** (26).
Ivanov V. I.: Desvoltarea tracțiunii electrice în U. R. S. S., **10—11** (9).

L

Lomonosov M. A., Rosental M. I.: Măsurarea curenților de punere la pământ în rețelele de 6—10 kV cu neutrul izolat, **12** (35).

M

Marinescu M.: Rolul Academiei R.P.R. în realizarea Planului de Electrificare a țării, **1** (5).
Marinescu M.: Câteva aspecte din teoria și aplicațiile mașinilor electrice cu inductanța variabilă și condensatori, **4** (5),
Marinescu M.: Lucrările sesiunii generale științifice ale Academiei R. P. R. din 21—25 Martie 1951, **5** (5).
Marinescu M.: Metodele moderne în acustica tehnică : tehnica sonorizării electroacustice, **8** (6).
Marinescu M.: Mărimi și metode de măsură în acustica, în lumina științei și tehnicii sovietice, **10—11** (14).
Marinescu M., Flondor I.: Condensatorul electrodinamic, **12** (9).
Marinescu C., Militaru P.: Calculul stâlpilor portali de lemn folosiți la construcția liniilor electrice aeriene, **5** (14).
Matienko A. S.: Schema de conectare a contorilor trifazici cu trei elemente de 3 — 80/220 V pentru evidența consumului de energie watată și dewatată într'o secție, **9** (35).
Moisil G.: Tehnica măsurătorilor curenților de dispersie, **1** (15).
Mușatov T. P., Zaporojeț B. I.: Organizația reparației rapide a transformatorilor, **12** (32).

P

Pavel Eugeniu: Considerații asupra stabilității interconexiunii uzinelor și rețelelor, **3** (17).
Penescu G.: Principiile generale ale sistemelor automate, **9** (7).
Popovschi B.: Marile lucrări hidroelectrice din U. R. S. S. prevestitoare ale comunismului, **2** (4),
Provinceanu M.: Contribuții pentru calculul electric al rețelelor de tracțiune, **6** (9).
Provinceanu M.: Compensarea puterii reactive, **10-11** (23).

R

Rosental M. I., Lomonosov M. A.: Măsurarea curenților de punere în pământ, în rețelele de 6—10 kV cu neutrul izolat, **12** (35).
Roth Al.: Lampa fluorescentă, sursă de lumină albă și lumină rece, **7** (20).
Roth Al.: Probleme tehnice ale lămpilor fluorescente și ale echipamentului lor auxiliar, **8** (24).
Roth Al., Berman A.: Incălzirea în industrie cu radiații infraroșii, **12** (16).

S

Smighelschi O., Salgo L.: Tipizarea construcției motoarelor electrice, **8** (13).
Smirnov C. D.: Utilizarea căldurii evacuate dela hidrogeneratori. Prelucrare după „Electriceskie Stanții" de Ing. V Prodan, **4** (34).
Stecolnicov I. S.: Studiu asupra stadiului inițial al descărcării în spații disruptive foarte mici. **8** (33).
Stern Marius: Aplicații industriale ale încălzirii prin curenți de inducție, **1** (24).
Stoenescu N.: Calculul grafic al liniilor de transport de energie electrică, **5** (10).
Stoenescu N.: Automatizarea electrică în construcțiile hidroelectrice, **9** (32).

Straşun L.: Ingineri şi tehnicieni din domeniul energeticei, laureaţi ai premiului Stalin, 8 (31).

Şubovici V.: Miezurile magnetice lamelate ale maşinilor electrice, **10-11** (29).

Ş

Şoancă C.: Intrerupători automaţi ultrarapizi de curent continuu, **6** (26).

Şoancă C.: Interconectarea uzinelor electrice, 8 (18).

Şoneriu N., Damsker D.: Contribuţii la studiul dinamicii mecanismelor antrenate de electromotor, **6** (16).

Şoneriu N., Damsker D.: Interpretări fizico-matematice ale dinamicei unor mecanisme acţionate electric, **7** (27).

T

Telinâi S. I.: Contribuţii la teoria cuptorului trifazic cu arc pe postament neconductor, **7** (34).

V

Vasilescu A.: Calculul scăpărilor în crestătură la bobinajele în două straturi cu pas scurtate, **2** (33).

Vasilescu A.: Asupra calculului încălzirii maşinilor electrice, **9** (14).

Vasilescu A.: Consideraţii asupra încercării la scurtcircuit la transformatorii de mare putere **12** (30).

Z

Zeidel V. A., Borovoi A. A.: Despre principalele reguli de construcţie rapidă a centralelor termoelectrice, **1** (29).

Zaporojeţ B. L., Muşatov I. P.: Organizaţia reparaţiei rapide a transformatorilor, **12** (32).

NOTE, DIVERSE

Activitatea A. S. I. T.: **1** (40); **2** (40); **3** (40); **4** (40); **5** (40).

Lucrările secţiei de energetică şi electricitate în Congresul. A. S. I. T., 8 (35).

Note - Recenzii. **1** (37); **2** (38); **3** (39); **4** (37); **5** (38); **6** (38); **7** (39); **8** (36); **9** (38); **10-11** (42); **12** (36).

Revista Cărţilor şi Revistelor: **1** (39); **2** (39); **4** (39); **5** (39); **6** (39); **8** (38); **9** (39); **9** (40); **10-11** (43); **12** (37).

Standardizare: **1** (35); **2** (37); **4** (36).

Legea pentru Planul Cincinal de desvoltare a economiei naţionale a R. P. R. — cu expunerea făcută de tov. Miron Constantinescu, în Marea Adunare Naţională. Textul Legii.

Telecomandă şi servocomandă electrică. Prelucrare după Elektronik-Praha, **5** (31).

Rolul şi importanţa documentării tehnice în R. P. R., 8 (5)

Cărţi de Electricitate şi Electrotehnică apărute în Editura Tehnică

Până la 31 Dec. 1951

(...): Aparataj electric.

Ing. BUNEA V., MORODAN I.: Bobinajul maşinilor electrice.

MIN. INV. PUBLIC: Electricitate şi Electrotehnică.

M. M. I. C.: Electricitatea şi aplicaţiile ei.

ing. SOTIRESCU N., Ing. CIOCIONICĂ V.: Electricitatea industrială. (Vol. I, II).

(...): Imbinarea conductelor şi cablurilor de aluminiu.

M. E. E.: Manualul constructorului de maşini electrice

(...): Maşini electrice.

(...): Materiale folosite în electrotehnică.

MIKLOŞI C. Ing.: Manual pentru electricieni.

(...): Memento pentru electricieni.

M. E. E.: Producerea, transportul, distribuţia şi utilizarea energiei electrice.

MILITARU PAUL Ing.: Transportul, distribuţia şi utilizarea energiei electrice.

M. E. E.: Instrucţiuni pentru realizarea serviciului de control

M. E. E.: Izvoare de energie electrică.

(...); Catalogul materialelor pentru reţelele aeriene, telegraf şi aparat Morse.

(...): Hidroenergetica generală.

(...): Manual de hidraulică.

(...): Uzine hidroelectrice mici.

M. E. E.: Norme pentru întocmirea desenelor tehnice.

M. E. E.: Principiile conducătoare pentru elaborarea documentaţiei tehnologice.

BUNESCU PAUL Ing.: Foloasele energiei electrice.

(...): Baterii şi elemente galvanice.

(...): Centrale hidroelectrice rurale.

TRADUCERI DIN LIMBA RUSĂ

MOSTCOV M. A.: Bazele teoretice ale proiectării hidroenergetice.

POLIACOV B. V.: Calculele hidrologice la proiectarea instalaţiilor de râuri cu bazine mici.

VOSTROCNUTOV N. G.: Contoare electrice şi exploatarea lor.

MITCHIEVICI F. V.: Energia electrică.

VINOGRADOV N. V.: Manualul mecanicului electrician

GLAZUNOV A. A.: Reţelele sistemelor electrice.

WEITZ V. I.: Progresul tehnic al energeticei în U. R. S. S

CUREPIN F. C.: Despre curentul electric.

POGARSCHI V. I.: Exploatarea cablurilor de curenţi tari şi înaltă tensiune.

ALEXEEV A. E.: Construcţia maşinilor electrice.

DUTKIN I. G. — LIBERMAN I. A.: Construcţia şi exploatarea liniilor aeriene de înaltă tensiune.

BULGACOV N I.: Calculul transformatorilor.

KRUG K. A: Bazele electrotehnicei.

LAGOVSCHI A. A.: — PACSVER V. V.: Centrale termoelectrice.

BIMBULOV N. Ing.: Electricitatea şi aplicaţiile ei în agricultură.

ZEIDEL V. A.: Montarea instalaţiilor de cazane în centralele electrice.

MOSTCOV N. A. Prof.: Principiile proiectării hidroenergetice.

JEREBTOV I. B.: Radiotehnica pentru amatori.

VOSTROCNUTOV V. G. Ing.: Tehnica măsurării mărimilor electrice şi magnetice.

SNITER L. M. Ing.: Transformatori.

VINOGRADOV N. N.: Manualul mecanicului electrician

TAREEV B. M.: Materiale electrotehnice.

ATABECOV G. I.: Protecţia reţelelor de înaltă tensiune prin relee.

RIAPCOV A. I.: Reţele electrice.

SOLOVIEV P. F.: Montarea şi exploatarea instalaţiilor şi liniilor electrice.

RASOVSCHI E. I.: Baze e electrotehnicei.

TEARGEUNOV: Tuburi electrotehnice.

INDICAŢIUNI PENTRU AUTORI

Redacţia roagă autorii să ţină seamă la întocmirea manuscriselor, de următoarele:

1. Subiectele trimise spre publicare să fie în strânsă legătură cu sarcinile concrete ale Planului Cincinal şi ale Planului de Electrificare şi să reflecte munca şi realizările dela locul de producţie, precum şi însuşirea experienţei şi tehnicei sovietice.

2. Tratarea subiectelor să fie făcută la un nivel ştiinţific şi tehnic ridicat cu consultarea literaturii sovietice de specialitate şi într'un stil impersonal, clar, sobru şi concis, evitându-se repetările inutile.

3. Se vor respecta regulile ortografice ale Academiei R.P.R., iar notaţiile şi termenii tehnici să fie în concordanţă cu standardele în vigoare.

4. Expunerea să nu depăşească 10 — 12 pagini dactilografiate.

5. Articolele să fie scrise la maşină, în dublu exemplar, pe o singură faţă a hârtiei, la două rânduri, cu o margine în stânga de 5 cm, iar corecturile după dactilografiere să fie executate cu cerneală, citeţ, pe ambele exemplare trimise.
   In mod excepţional articolele vor putea fi scrise şi de mână, însă numai cu cerneală, foarte citeţ şi tot pe o singură faţă a hârtiei.

6. Articolele să fie însoţite de un rezumat de aproximativ 10 rânduri.

7. Articolele să fie însoţite de desene, grafice şi fotografii, iar numărul lor să fie cel strict necesar înţelegerii textului. Desenele să fie executate în tuş negru, pe hârtie de calc, respectându-se normele STAS. In cazul când în mod excepţional, vor fi executate cu creionul, desenele să fie curate şi clare. Indicaţiile sau notaţiile de pe desene vor fi scrise citeţ. Fotografiile vor fi clare având dimensiunile de cel puţin 9×12 cm.
   Desenele, graficele şi fotografiile trebue trimise odată cu articolul, dar nu lipite pe manuscris, ci separat, adăugându-se şi o listă a lor, cuprinzând neapărat legendele respective.
   Fiecare desen sau fotografie va purta un număr de ordine corespunzător cu cel menţionat în text. In textul articolului se va arăta locul figurilor.

8. Formulele să fie scrise de mână, cu cerneală şi foarte citeţ. Indicii să fie scrişi mai jos, iar exponenţii mai sus; şi unii şi ceilalţi, mai mici decât simbolurile.

9. Tabelele care vor sintetiza rezultatele cercetărilor să fie explicate şi să se indice unităţile de măsură în care sunt alcătuite. Unităţile de măsură străine vor fi transformate în cele metrice.
   Titlurile rubricilor se vor scrie complet, fără prescurtări. Conţinutul tabelelor va fi scris cu cea mai mare atenţie pentru a se evita strecurarea erorilor.

10. Autorii sunt obligaţi ca la finele articolelor să indice bibliografia utilizată. Această indicare se va face în modul următor:
    Pentru tratate: numele autorului, titlul lucrării, localitatea şi editura, anul apariţiei, volumul, pagina.
    Pentru periodice: numele autorului, titlul revistei, n-rul, anul, pagina.

11. Toate articolele vor fi semnate de autor. Autorii vor indica totodată citeţ, numele şi pronumele complet, adresa, instituţia unde lucrează şi numerele de telefon (instituţie sau domiciliu), spre a li se putea face comunicări în caz de nevoie.

12. Articolele care tratează rezultate de cercetări sau realizări vor purta viza instituţiei respective.

13. In cazul când li se trimit corecturile, autorii sunt obligaţi să le restitue în termen de maximum 24 ore, neadmiţându-se nicio modificare faţă de manuscris.

14. Remunerarea articolelor şi a desenelor se face potrivit tarifului în vigoare.

Abonați-vă

la

REVISTELE TEHNICE

PE ANUL

1952

Apar *Lunar*

• ARHITECTURĂ ŞI URBANISM
ELECTRICITATEA • HIDROTEHNICA •
• INDUSTRIA CONSTRUCŢIILOR ŞI A
MATERIALELOR DE CONSTRUCŢII •
• METALURGIA • PETROL ŞI GAZE
REVISTA MINELOR • TEXTILE •
• REVISTA DE CHIMIE • REVISTA
PĂDURILOR, LEMNULUI ŞI HÂRTIEI •

ABONAMENTELE SE FAC

pentru BUCUREŞTI numai la

Centrul de Difuzare a Presei

Strada Constantin Mille, 14 • Telefon 5.28.90

pentru PROVINCIE la toate

Centrele raionale şi regionale

din întreaga ţară

Taxa poştală plătită în numerar conform aprobării Nr. 168.026/946.

C. 7161 — Centrul Poligrafic Nr. 2, Unitatea C.